

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-008240

(43)Date of publication of application : 12.01.2001

(51)Int.Cl.

H04N 17/04

H01J 9/42

(21)Application number : 11-178431

(71)Applicant : MINOLTA CO LTD

(22)Date of filing : 24.06.1999

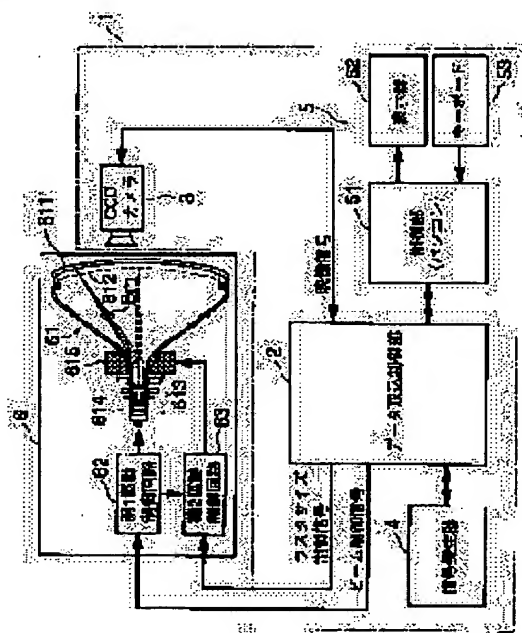
(72)Inventor : NISHIKAWA NOBUHIRO

(54) LUMINANCE CHARACTERISTIC MEASUREMENT INSTRUMENT FOR CRT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To measure the luminance characteristic of a CRT with high accuracy at a high speed.

SOLUTION: A data fetch control section 2 of this luminance characteristic measurement instrument changes the raster size to display a test pattern, consisting of a plurality of longitudinal or lateral stripes generated by a signal generator 4 onto a color CRT 6, in a way such that relative positions of phosphors in each stripe differs from each other. The image of this test pattern is picked up by a CCD camera 3 and the data fetch control section 2 fetches the picked-up image. The emission position and the luminance level of each stripe of the emission phosphor are calculated from the picked-up image and the luminance distribution of the test pattern in units of stripes (luminescent-non-luminescent-luminescent parts) is calculated by rearranging the luminance levels, based on the light emission position and a display device 52 displays the result of calculation.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 CRTの表示面に、当該CRTの表示解像度に基づく表示可能な最小ライン幅のm倍のライン幅を有する発光ラインと当該最小ライン幅のn倍のライン幅を有する非発光ラインとを交互に配列してなる3本ラインの縞模様からなるパターンを複数個、パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるように表示させる表示制御手段と、上記CRTの表示面に対向配置され、上記複数個のパターンを撮像する撮像手段と、上記撮像手段で上記複数個のパターンを撮像して得られる各パターン内の発光蛍光体の輝度信号を用いて、上記パターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性を演算する演算手段とを備えたことを特徴とするCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項2】 上記ルミナンス特性は少なくとも上記パターンの縞の配列方向におけるプロファイルとコントラスト比とを含み、上記演算手段は、各パターン毎に発光蛍光体の輝度レベルと当該パターン内における発光位置とを算出し、その位置情報に基づき上記発光蛍光体の輝度レベルを並べ替えることにより上記パターンのプロファイルとを算出するものであることを特徴とする請求項1記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項3】 上記演算手段は、更に上記プロファイルを構成する輝度レベルの最大値と最小値とを算出し、これらの比をコントラスト比として算出するものであることを特徴とする請求項2記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項4】 上記表示制御手段は、上記CRTの表示面に塗布された特定の蛍光体に対する表示位置を微小変位させて上記パターンを複数回表示させることにより、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なる複数個のパターンを表示させるものであり、上記撮像手段は、上記CRTに複数回表示された複数個の上記パターンをそれぞれ撮像するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項5】 上記表示制御手段は、上記複数個のパターンをライン配列方向に一列に配列し、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるように上記CRTの表示面に同時に表示させるものであり、上記撮像手段は、上記CRTに表示された複数個のパターン全体を撮像するものであることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項6】 上記表示制御手段は、更に少なくとも2色の蛍光体を発光してなる所定の混合色で上記パターンを表示させるものであり、上記撮像手段は、比視感度特性を有するカラーイメージセンサからなり、上記演算手段は、上記撮像手段から出力される上記混合色を構成する色成分の画像信号を用いて、各色成分毎に上記パター

ンのプロファイルを算出し、更にこれらのプロファイルを合成して上記パターンの表示色におけるプロファイルを算出するものであることを特徴とする請求項2～5のいずれかに記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項7】 上記パターンの表示色は白色であることを特徴とする請求項6記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項8】 上記撮像手段は、光電変換素子が線状に配列されてなるラインセンサとこのラインセンサの撮像面の前方に配置され、当該ラインセンサの上記CRTの表示面における撮像範囲を上記パターンのライン方向に光学的に拡大する光学手段とからなることを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項9】 上記光学手段は、上記ラインセンサの上記CRTの表示面における撮像範囲を少なくとも当該CRTの垂直方向の蛍光体配列ピッチと略同一の範囲に拡大するものであることを特徴とする請求項8記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【請求項10】 上記光学手段は、シリンドリカルレンズであることを特徴とする請求項8又は9記載のCRTのルミナンス特性測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、カラーCRT (Cathode Ray Tube) の表示面に縞模様のパターンを表示させた際の当該パターンの縞の配列方向におけるルミナンス (表示輝度) 特性を測定するCRTのルミナンス特性測定装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、カラーCRT用計測機器としてCRTのルミナンス特性を測定する機器が知られている。これらの機器はISO-9241規格に基づき測定対象のCRTに「m」又は「e」の文字を表示させ、この表示画像をCCDカメラで撮像して得られる画像信号を用いて当該「m」又は「e」の縞模様の部分 (発光ラインと非発光ラインとが交互に配列された部分) の輝度プロファイルやコントラスト比 (最大輝度/最小輝度等) を算出するようになっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、CRTの蛍光面には蛍光体が離散的に塗布されているので、単色で「m」又は「e」の文字パターンを表示させた場合、当該文字パターンを構成するライン内に含まれる蛍光体数が少なく、輝度プロファイルを作成するために十分な輝度データが得られないことがある。特にディスプレイ用の高解像度のCRTではテレビジョン用の標準的なCRTに比して電子ビームのビーム径が小さいので、要求される測定精度に対して十分な輝度データが得られず、高精度の測定が困難となっている。

【0004】従来のルミナンス特性測定では、輝度データが不足する場合は当該データ不足部分にカーブフィティング法による数学的近似を行って輝度データを補間し、これによりルミナンス特性の近似値を算出している。しかし、この方法は、輝度プロファイルが近似値と大きく異なる場合は測定誤差が大きくなり、安定して信頼性の高い測定結果が得られないという問題がある。

【0005】本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、ルミナンス特性を高速かつ高精度に測定することのできるCRTのルミナンス特性装置を提供するものである。

【0006】

【課題を解決しようとする手段】請求項1記載の発明は、CRTの表示面に、当該CRTの表示解像度に基づく表示可能な最小ライン幅のm倍のライン幅を有する2本の発光ラインと当該最小ライン幅のn倍のライン幅を有する1本の非発光ラインとを交互に配列してなる縞模様のパターンを複数個、各パターン内における蛍光体の発光位置が異なるように表示させる表示制御手段と、上記CRTの表示面に対向配置され、上記複数個のパターンを撮像する撮像手段と、上記撮像手段で上記複数個のパターンを撮像して得られる各パターン内の発光蛍光体の輝度信号を用いて、上記パターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性を演算する演算手段とを備えたものである。

【0007】上記構成によれば、CRTの表示面に、当該CRTの表示解像度に基づく表示可能な最小ライン幅のm倍のライン幅を有する発光ラインと当該最小ライン幅のn倍のライン幅を有する非発光ラインとを交互に配列してなる3本ラインの縞模様からなるパターンが、パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるように複数個表示され、その複数個のパターンが撮像手段で撮像される。そして、その撮像画像の各パターン内の発光蛍光体の輝度信号を用いて、上記パターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性が算出される。

【0008】また、請求項2記載の発明は、上記CRTのルミナンス特性測定装置において、上記ルミナンス特性は少なくとも上記パターンの縞の配列方向におけるプロファイルとコントラスト比とを含み、上記演算手段は、各パターン毎に発光蛍光体の輝度レベルと当該パターン内における発光位置とを算出し、その位置情報に基づき上記発光蛍光体の輝度レベルを並べ替えて上記パターンのプロファイルを算出するものである。

【0009】上記構成によれば、パターンの撮像画像の画像信号を用いて、各パターン毎に発光蛍光体の輝度レベルと当該パターン内における発光位置とが算出され、その位置情報に基づき発光蛍光体の輝度レベルを並べ替えることによりパターンのプロファイルが算出される。

【0010】更に、請求項3記載の発明は、上記CRT

のルミナンス特性測定装置において、上記演算手段は、更に上記プロファイルを構成する輝度レベルの最大値と最小値とを算出し、これらの比をコントラスト比として算出するものである。

【0011】上記構成によれば、プロファイルを構成する輝度レベルの最大値と最小値とが算出され、更にこれらの比を演算してコントラスト比が算出される。

【0012】また、請求項4記載の発明は、上記表示制御手段は、上記CRTの表示面に塗布された特定の蛍光体に対する表示位置を微小変位させて上記パターンを複数回表示させることにより、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なる複数個のパターンを表示させるものであり、上記撮像手段は、上記CRTに複数回、表示された複数個の上記パターンをそれぞれ撮像するものである。

【0013】上記構成によれば、CRTの表示面に塗布された特定の蛍光体に対する表示位置を微小変位させて縞模様からなるパターンを複数回表示させることにより、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なる複数個のパターンがCRTの表示面に表示され、各パターンは表示される毎に撮像手段で撮像される。そして、複数個のパターンの撮像画像を用いてパターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性が算出される。

【0014】また、請求項5記載の発明は、上記CRTのルミナンス特性測定装置において、上記表示制御手段は、上記複数個のパターンをライン配列方向に一列に配列し、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるように上記CRTの表示面に同時に表示させるものであり、上記撮像手段は、上記CRTに表示された複数個のパターン全体を撮像するものである。

【0015】上記構成によれば、複数個のパターンがライン配列方向に一列に配列され、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるようにCRTの表示面に同時に表示され、その複数個のパターンは撮像手段で撮像される。そして、複数個のパターンの撮像画像を用いてパターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性が算出される。

【0016】また、請求項6記載の発明は、上記CRTのルミナンス特性測定装置において、上記表示制御手段は、更に少なくとも2色の蛍光体を発光してなる所定の混合色で上記パターンを表示させるものであり、上記撮像手段は、比視感度特性を有するカラーイメージセンサからなり、上記演算手段は、上記撮像手段から出力される上記混合色を構成する色成分の画像信号を用いて、各色成分毎に上記パターンのプロファイルを算出し、更にこれらのプロファイルを合成して上記パターンの表示色におけるプロファイルを算出するものである。なお、上記パターンの表示色は白色にするとよい（請求項7）。

【0017】上記構成よれば、CRTの表示面に、少なくとも2色の蛍光体を発光してなる所定の混合色の縞模様からなるパターンが、パターン内における蛍光体の発光位置をパターン間で互いに異ならせて複数個表示され、その複数個のパターンが撮像手段で撮像される。例えばCRTが蛍光面にR、G、Bの三原色の蛍光体を塗布してなるカラーCRTである場合、すべての色の蛍光体を発光させて白色の縞模様からなるパターンが複数個表示される。

【0018】そして、複数個のパターンを撮像して得られる当該パターンの表示色を構成する色成分の画像データを用いて、各色成分毎にパターンのプロファイルが算出され、更にこれらのプロファイルを合成してパターンの表示色におけるプロファイルが算出される。上述の例では白色のパターンに対するプロファイルが算出される。

【0019】また、請求項8記載の発明は、上記CRTのルミナンス特性測定装置において、上記撮像手段は、光電変換素子が線状に配列されてなるラインセンサとこのラインセンサの撮像面の前方に配置され、当該ラインセンサの上記CRTの表示面における撮像範囲を上記パターンのライン方向に光学的に拡大する光学手段とからなるものである。

【0020】上記構成よれば、ラインセンサの撮像範囲は光学手段によりパターンのライン方向に拡大され、ラインセンサの蛍光体の発光を受光する各画素ではライン方向に拡大された撮像範囲内に含まれる複数の発光を積算した光量が受光される。そして、ラインセンサの各画素で取り込まれた画像データを用いてパターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性が算出される。

【0021】例えばパターンの縞模様が縦縞模様である場合、電子ビームのラスタ照射におけるラスタ間隔により縦ラインのライン幅は厳密には周期的に変動するが、ラインセンサの撮像範囲はパターンのライン方向（すなわち、縦方向）に拡大され、ラインセンサの蛍光体の発光を受光する各画素では縦方向に複数の蛍光体の発光が積算されるので、各蛍光体の発光量がばらついている場合にもそのバラツキが軽減される。従って、ラインセンサの撮像位置が縦方向に異なる場合にもルミナンス特性の測定バラツキが抑制される。

【0022】更に、請求項9記載の発明は、上記CRTのルミナンス特性測定装置において、上記光学手段は、上記撮像手段の上記CRTの表示面における撮像範囲を少なくとも当該CRTの垂直方向の蛍光体配列ピッチと略同一の範囲に拡大するものである。なお、光学手段としてシリンドリカルレンズを用いるとよい（請求項10）。

【0023】上記構成によれば、電子ビームをライン方向に所定のラスタ間隔でCRT表示面に照射して縞模様のパターンが表示されている場合、ライン方向において

は、少なくともラスタ間隔と略同一の範囲のパターンの光像が圧縮されて撮像手段の撮像面に結像される。撮像手段の各画素では少なくともラスタ間隔の範囲内に含まれる複数の発光蛍光体からの光を積分した光量が受光され、これにより測定位置に関係なく略同一のライン幅を有する縞模様のパターンが撮像される。

【0024】

【発明の実施の形態】本発明に係るCRTのルミナンス特性測定装置について、図を用いて説明する。

【0025】本発明に係るCRTのルミナンス特性測定装置は、測定対象のCRTに縞模様のパターンを垂直方向又は水平方向に表示させたときの当該縞模様の配列方向におけるルミナンス特性を測定するものである。すなわち、例えば図1に示すように、測定対象のCRTの表示面Aに所定幅 τ で発光と非発光とが交互に繰り返されてなる縦縞模様のパターンを表示させたときのラインN上の輝度分布Pに関する特性を測定するものである。

【0026】なお、縞模様のパターンは、表示可能な縞の最小幅 τ_{\min} を単位寸法とすると、単位寸法 τ_{\min} 毎に発光、非発光を交互に繰り返すものに限定されるものではなく、発光部の幅寸法を $m \cdot \tau_{\min}$ （ m は整数）、非発光部の幅寸法を $n \cdot \tau_{\min}$ （ n は整数）として発光、非発光が交互に繰り返されてなる縞模様のパターン（以下、このパターンを m -ON/ n -OFFパターンという。）でもよい。ここに、表示可能な縞の最小幅 τ_{\min} は、表示解像度によって決定されるもので、例えば水平方向の解像度を S 〔本〕、表示画面の水平方向の表示サイズを H 〔mm〕とすると、 $\tau_{\min} = H/S$ 〔mm/本〕である。

【0027】図1に示すように、CRTの表示面に縞模様のパターンを表示させたときの輝度分布Pの特性は、例えば当該輝度分布Pの輝度プロファイル（以下、このプロファイルをモジュレーションプロファイルという。）やコントラスト特性として定義することができる。従って、ルミナンス特性装置ではモジュレーションプロファイルやコントラスト特性が算出され、その算出結果が表示部等に出力される。

【0028】なお、コントラスト特性はモジュレーションプロファイルの最大値及び最小値をそれぞれ P_{\max} 、

P_{\min} とすると、

$$CR = P_{\max}/P_{\min}$$

$$CR' = P_{\max} \cdot Br / P_{\min}$$

$$C_m = (P_{\max} - P_{\min}) / (P_{\max} + P_{\min})$$

但し、 Br は明るさ（Brightness）

の式で定義されるコントラスト比 CR 、 CR' やコントラスト変調 C_m で表される。

【0029】図2は、カラーCRTのルミナンス特性測定系のブロック構成図である。

【0030】ルミナンス特性測定装置1は、データ取込制御部2、CCDカメラ3、信号発生器4及び測定制御

部5から構成され、CCDカメラ3、信号発生器4及び測定制御部5は、それぞれ図略のケーブルによりデータ取込制御部2に接続されている。なお、データ取込制御部2は、測定制御部5と通信可能に接続されている。また、ラインプロファイル測定系は、測定対象のカラーCRT6を図略のケーブルによりデータ取込制御部2に接続して構成されている。

【0031】CCDカメラ3は、カラーCRT6の表示面に配列されている蛍光体が電子ビームの照射によって発光した際の発光輝度を検出するためのものである。

【0032】CCDカメラ3は、図4に示すように、例えば撮影レンズ7、ハーフミラー8、2本のCCDラインセンサ9A、9B及び2本のシリンダリカルレンズ10A、10Bからなる光学系を有している。

【0033】同図に示す光学系では、カラーCRT6の表示面に縦縞のパターンを表示させたときのルミナンス特性を測定するためのCCDラインセンサ9Aと同表示面に横縞のパターンを表示させたときのルミナンス特性を測定するためのCCDラインセンサ9Bとが設けられている。なお、CCDカメラ3の撮像素子として、CCD型固体撮像素子だけでなく、MOS型固体撮像素子を用いてもよい。

【0034】CCDラインセンサ9Aは、その軸方向がカラーCRT6の表示面に対して横方向と平行になるように配置され、CCDラインセンサ9Bは、その軸方向がカラーCRT6の表示面に対して縦方向と平行になるように配置されている。そして、CCDカメラ3は、CCDラインセンサ9A、9Bの電荷蓄積時間を制御することにより任意のシャッタ速度に応じた露出制御が行えるようになっている。

【0035】なお、撮像素子としてCCDラインセンサ9A、9Bに代えてCCDエリアセンサを用いることもできる。CCDエリアセンサを用いれば、撮像素子の構成が簡単になるとともに、撮像回数を低減できる利点があるが、モジュレーションプロファイルを高精度に測定するには高密度のエリアセンサを必要とし、所望のエリアセンサを得ることが技術的に困難で、コスト的に不利となる。例えば水平/垂直の画素ピッチが $5\mu\text{m}$ 、撮像面サイズがおおよそ $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ の高解像度かつ広い撮像範囲を有するエリアセンサでは、総画素数が $4000\times 4000=1600$ 万画素となり、このような高密度のCCDエリアセンサを得ることは技術的に容易でない。従って、ルミナンス特性の測定を主目的とするのであれば、ラインセンサを用いる方が技術的、コスト的に有利であり、好ましい。

【0036】図4において、撮影レンズ7は、カラーCRT6の表示面に表示されたパターン（図では1-ON/1-OFFパターン）の画像GをCCDラインセンサ9A、9Bの撮像面に結像するものである。この撮像レンズ7は、光学倍率が検出可能なズームレンズで構成し

てもよい。ズーム比が変更可能であれば、測定可能な蛍光体ピッチの範囲が広がるという利点がある。ハーフミラー8は、撮影レンズ7を透過した光像を2つに分離し、一方をCCDラインセンサ9A側に透過し、他方をCCDラインセンサ9B側に反射するものである。ハーフミラー8は、撮影レンズ7の光軸上の後方位置の適所に配置され、更にその後方の適所にCCDラインセンサ9Aが配置され、ハーフミラー8の下方位置の適所にCCDラインセンサ9Bが配置されている。

【0037】シリンダリカルレンズ10A、10Bは、それぞれCCDラインセンサ9A、9Bのライン方向に対して垂直方向（以下、この方向を幅方向という。）の撮像範囲を見かけ上、拡大するものである。すなわち、図5に示すように、CCDラインセンサ9A、9BのカラーCRT6の表示面における撮像範囲AをL（長手方向） \times W（幅方向）とすると、CCDラインセンサ9A、9Bの撮像範囲Aを見かけ上、W'（ $>W$ ）の寸法を有する撮像範囲A'に拡大するものである。

【0038】このように、CCDラインセンサ9A、9Bの撮像範囲Aを幅方向に見かけ上、光学的に拡大しているのは、撮像範囲Aが幅方向に狭いと、ラインパターンのライン方向の測定位置によってルミナンス特性の測定結果が異なることがあるので、このようなことが生じないようにするためである。

【0039】ここで、モジュレーションプロファイルの測定はパターンが縞模様であるか否かの点を除いてライン幅方向のプロファイルを測定する点でラインプロファイルの測定に類似するので、ラインプロファイルの測定を例に測定位置による測定誤差について簡単に説明する。

【0040】図6に示すように、アパーチャグリルタイプのCRT表示面に、複数の電子ビームBmを水平方向に所定のピッチで離散的に、かつ、垂直方向に電子ビームBmが互いに重なるようにラスタ間隔Pvで照射して単色光の縦ラインLn（縦方向に重合して配列された電子ビームBmにより形成されるライン）が表示されているとする。

【0041】カラーCRT6の表示面に表示された縦ラインLnは、電子ビームBmの縦方向のラスタ間隔Pvが粗いため、厳密にはライン幅に凹凸が生じている。従って、同図（a）に示すCCDラインセンサ9Aの撮像範囲Aがライン幅の狭い位置①（電子ビームBmの重合部分の略中央となる位置）に設定されて算出される発光蛍光体F（1）～F（3）の輝度分布C1（1）～C1（3）と、同図（b）に示すCCDラインセンサ9Aの撮像範囲Aがライン幅の広い位置②（電子ビームBmの略中央となる位置）に設定されて算出される発光蛍光体F（1）～F（3）の輝度分布C2（1）～C2（3）とが異なり、最終的に得られるラインプロファイルの測定結果P1、P2は互いに異なるものとなる。

【0042】この関係はモジュレーションプロファイル測定においても同様で、撮像範囲Aの位置によって最終的に得られるモジュレーションプロファイルの測定結果は異なることがある。

【0043】CRTの製造工程では、一般に、CRTに表示された縞模様のパターンをモジュレーションプロファイルやコントラストを目視で観測しつつフォーカス調整が行われている。そして、人間の目は、パターンのライン幅に凹凸が生じていてもこれらの凹凸を平均化してルミナンス特性を評価しているため、CRTのフォーカス調整は、この平均的なルミナンス特性の評価結果に基づいて行われている。

【0044】CRTのフォーカス調整にルミナンス特性測定装置を導入する場合、その測定結果が従来の目視でのルミナンス特性の評価結果と異なることは好ましくなく、また、測定位置の相違でモジュレーションプロファイルやコントラストの測定結果に繰返し誤差が生じることも好ましくない。

【0045】そこで、本実施の形態では、CCDラインセンサ9A、9Bの各画素の受光範囲Wを少なくとも電子ビームBmの縦方向のラスタ間隔Pv以上若しくは縦ラインに含まれる蛍光体の縦方向の配列ピッチ間隔以上となる受光範囲W'まで光学的に拡大し、各画素でその受光範囲W'に含まれる複数の蛍光体の発光量が積算されて受光されるようにしている。

【0046】従って、CCDラインセンサ9A、9Bの撮像範囲Aが見かけ上、幅方向に拡大されているので、縦ラインパターンに対するCCDラインセンサ9A、9Bの撮像位置がCRT表示面の任意の位置に設定されても、各撮像位置で算出される縦ラインのラインプロファイルは略同一となり、繰返し誤差の少ない、目視評価と略同等の測定結果を得ることができるようになっている。

【0047】すなわち、CCDラインセンサ9A、9Bの各画素の受光範囲Wを電子ビームBmの縦方向のラスタ間隔Pv以上の受光範囲W'まで光学的に拡大している場合、図7に示すように、縦ラインLnに対するCCDラインセンサ9Aの撮像範囲A'の位置が異なっても、ライン方向において撮像範囲A'内に略電子ビーム1個に含まれる発光蛍光体が含まれ、これらの発光量の積算値がCCDラインセンサ9Aの各画素で受光されるから、同図(a)に示すCCDラインセンサ9Aの撮像範囲A'がライン幅の狭い位置①に設定されて算出される発光蛍光体F(1)～F(3)の輝度分布C1(1)～C1(3)と、同図(b)に示すCCDラインセンサ9Aの撮像範囲A'がライン幅の広い位置②に設定されて算出される発光蛍光体F(1)～F(3)の輝度分布C2(1)～C2(3)とは略同一となり、最終的に略同一形状のラインプロファイルP1、P2が得られる。

【0048】また、CCDラインセンサ9Aの各画素の

受光範囲を光学的に拡大しているため、各画素の受光量が多くなり、各画素からの出力信号のS/N比も改善される。そして、これらの効果はモジュレーションプロファイルの測定においても同様である。

【0049】なお、アパーチャグリルタイプのカラーCRTにおいては、横縞パターンに対するルミナンス特性の測定ではCCDラインセンサ9Aのライン方向と横縞ラインの幅方向とが一致し、CCDラインセンサ9Aからの出力信号により直接、横縞の各ラインの連続的なプロファイルを算出することができるので、ライン幅の凹凸の影響は縦縞パターンに対するルミナンス測定よりは小さくなり、シリンドリカルレンズ10Bを省略することも可能である。

【0050】しかし、本実施の形態では、丸形シャドウマスクタイプ若しくはスロット形シャドウマスクタイプのカラーCRTにおける横縞パターンに対するルミナンス特性の測定を考慮してCCDラインセンサ9Bに対応してシリンドリカルレンズ10Bを設けている。また、アパーチャグリルタイプのカラーCRTにおいても横縞パターンに対するルミナンス特性測定ではシリンドリカルレンズ10Bを設けることによりCCDラインセンサ9Bの各画素の幅方向の受光範囲が光学的に拡大され、各画素からの出力信号のS/N比を改善できる利点があり、更にはCCDラインセンサ9Aから出力される複数本分のモジュレーションプロファイルの画像信号を積算して平均化することで、よりS/N比の良好なモジュレーションプロファイルを算出することができる。従って、CCDラインセンサ9A、9Bのライン幅方向の画素密度を光学的に高めることで、高解像度かつ高精度のルミナンス特性の測定が可能となっている。

【0051】図2に戻り、測定対象のカラーCRT6は、電磁偏向型カラーCRTで、画像を表示するカラーブラウン管61、このカラーブラウン管61の表示画像に関する駆動を制御する第1駆動制御回路62及びカラーブラウン管61の表示範囲(ラスタサイズ)に関する駆動を制御する第2駆動制御回路63を備えている。

【0052】カラーブラウン管61は、図8に示すように、フェースプレート裏面に水平方向に規則的に配列されたストライプ状のR(赤)、G(緑)、B(青)の蛍光体Fr、Fg、Fbを焼き付けて蛍光面611が形成されている。また、ブラウン管内の蛍光面611の手前に所定間隔を設けてすだれ格子型のアパーチャグリル612が設けられている。電子銃マウント部613内にはR、G、Bの各色に対応して3本の電子銃614が設けられ、電子銃マウント部613の先端の外側に偏向ヨーク615が設けられている。

【0053】第1駆動制御回路62は、電子銃614から放射されるR、G、Bの各色に対応する電子ビームBmのビーム形状(ビーム断面の形状及びその断面における電子エネルギー密度分布)を制御するものである。第

1 駆動制御回路62は、データ取込制御部2から入力されるビーム制御信号(映像信号)に基づいて電子銃614の駆動を制御する。

【0054】第2駆動制御回路63は、電子ビームBmの螢光面611におけるラスタ走査及びその走査範囲(照射範囲)を制御するものである。第2駆動制御回路63は、データ取込制御部2から入力されるラスタサイズ制御信号(偏向制御信号)に基づいて電子銃614から放射された電子ビームBmの表示位置を制御する。

【0055】データ取込制御部2は、パターン10のルミナンス特性の測定に必要なデータの取込みを制御するもので、具体的には、カラーCRT6へのパターン表示及びCCDカメラ3の駆動を制御するものである。

【0056】データ取込制御部2は、ラスタサイズを決定するためのデータ取込み並びにルミナンス特性測定のためのデータ取込みにおけるカラーCRT6の表示を制御するとともに、同データ取込みにおけるCCDカメラ3の撮像動作を制御する。また、データ取込制御部2は、CCDカメラ3で取り込まれた画像信号を用いてラスタサイズの演算処理を行ない、この演算結果を測定制御部5に送信する。更に、実際のルミナンス特性測定においては、縞模様のパターンについて複数周期分の輝度分布を演算し、この演算結果を測定制御部5に送信する。

【0057】図3は、ルミナンス特性測定装置1のデータ取込制御部2のブロック構成図である。

【0058】データ取込制御部2は、A/D変換器21、VRAM (Video Random Access Memory) 22、RAM (Random Access Memory) 23、ROM (Read Only Memory) 24、マイクロコンピュータからなる制御部25、同期信号遅延部26、水平/垂直同期信号検出部27及び通信部28を備えている。なお、A/D変換器21はCCDカメラ3内に設けてもよい。

【0059】A/D変換器21は、CCDカメラ3から送出された画素信号(CCDラインセンサ9A、9Bの各画素で取り込まれた輝度信号)を、例えば12ビットデータのデジタル信号に変換するものである。VRAM 22は、A/D変換器21でデジタル信号にA/D変換された画素信号(以下、画素データという。)を格納するメモリである。VRAM 22は、CCDラインセンサ9A、9Bで取り込まれたライン画像を記憶し得る記憶容量を有している。

【0060】ROM 24は、ルミナンス特性の測定を行なうための制御プログラムが記憶されたメモリである。また、RAM 23は、制御部25が上記制御プログラムに従ってVRAM 22に記憶された画素データを用いて一連の演算処理を行なう際の記憶領域(ワークエリア)を与えるものである。

【0061】制御部25は、データ取込制御部2内の各部の動作を集中制御するものであり、カラーCRT6へ

のパターンの表示及びCCDカメラ3による画像データの取込みを制御するとともに、測定制御部5とのデータ交信を制御する。

【0062】同期信号遅延部26は、信号発生器4から出力されるパターン信号の水平同期信号、垂直同期信号を制御部25から指示された所定時間だけ遅延させるものである。

【0063】水平/垂直同期信号検出部27は、信号発生器4から出力される水平同期信号と垂直同期信号とを検出するものである。この検出信号は、CRT表示面内のCCDカメラ3の撮像位置における螢光体が発光するタイミングでその螢光体の発光を取り込むため、CCDカメラ3のシャッタ制御に用いられる。

【0064】通信部28は、CCDカメラ3及びカラーCRT6への駆動制御信号の送出並びに測定制御部5とのデータ交信を制御するものである。また、信号発生器4は、カラーCRT6にパターン(m-ON/n-OFFパターン)を発生させるためのパターン信号(映像信号)を発生するものである。信号発生器4は、パターン内容を示す映像信号、垂直同期信号及び水平同期信号を出力してカラーCRT6上に所定のパターンを表示する。また、信号発生器4は、制御部25からの指示により表示タイミング及び表示パターンを変更する。

【0065】図2に戻り、測定制御部5は、パーソナルコンピュータからなる制御部51、CRT等の表示器52及びキーボード53からなり、ルミナンス特性測定装置1の動作を制御するとともに、データ取込制御部2で算出された輝度分布データを用いてモジュレーションプロファイルとコントラスト特性とを演算し、必要に応じてその結果を表示器52に表示する。

【0066】次に、ルミナンス特性測定装置1によるルミナンス特性の測定について、アバーチャグリルタイプのカラーCRTを例に説明する。

【0067】ルミナンス特性の測定は基本的に、(1)螢光体ピッチ β の算出、(2)パターンの表示、(3)ルミナンス特性の算出、の順序で行われる。

【0068】螢光体ピッチ β は、後述するようにパターンの表示を制御するために必要な情報であるので、実測するようにしている。なお、予め螢光体ピッチ β が既知であれば、キーボード53からその情報を入力することにより螢光体ピッチ β の算出処理を省略し、パターンの表示処理から処理を開始することができる。

【0069】ルミナンス特性は、上述のように縞模様のパターンを表示させたときの縞の配列方向における輝度特性を示すもので、1周期分のモジュレーション(発光-非発光-発光のモジュレーション)のプロファイルを測定することによって得られる。従って、カラーCRT6の表示面には少なくとも1周期分の縞模様のパターン(以下、このパターンを単位パターンという。)を1個表示させ、その単位パターンを撮像して得られる画像信

号を用いて1周期分のモジュレーションプロファイルを算出することができる。

【0070】すなわち、蛍光体の発光レベルは電子ビームの照射量に応じて変化するから、その発光レベルは照射された電子ビームのエネルギー分布の特定位置のデータを与える。従って、単位パターンの撮像画像からパターン内での蛍光体の相対的な発光位置とその発光レベルを検出することにより当該単位パターンのモジュレーションプロファイルを構成するデータ（サンプリングデータ）が得られ、そのサンプリングデータをパターン内の発光位置に基いて並べ替えることによりモジュレーションプロファイルを得ることができる。

【0071】しかし、カラーCRT6の表示面には蛍光体が離散的に塗布されているので、1個の単位パターンの撮像画像からはモジュレーションプロファイルを構成する一部のサンプリングデータしか得られず、十分な測定精度を得ることは困難である。特に表示解像度の高いカラーCRTにおいてライン幅の細いモジュレーションプロファイルを測定する場合は、サンプリングデータ数が減少し、正確なモジュレーションプロファイルを得ることはできない。

【0072】従って、高い精度でモジュレーションプロファイルを得るには、図9に示すように、パターン内における発光蛍光体の位置を異ならせて単位パターンを複数個表示させ、各単位パターンを撮像することによりモジュレーションプロファイルを構成するサンプリングデータを増加する必要がある。

【0073】なお、図9は、縦縞からなる1-ON/1-OFFパターンにおける単位パターンを、非発光の背面に特定の蛍光体に対する表示位置を微小変位させて複数回（図では4回）、表示させるようにしたもの（すなわち、パターン内における発光蛍光体の位置を異ならせて単位パターンを複数回、表示させるようにしたもの。以下、この表示方法をウォープリング法という。）である。

【0074】同図において、上段は蛍光体に対する単位パターンの表示位置を示し、下段は蛍光体に照射された電子ビームのエネルギー分布と蛍光体の発光レベルとの関係を示している。上段の短冊状の帯はカラーCRTの表示面に塗布された蛍光体を示し、斜線を付した帯F1、F2、F3、F4は電子ビームの色に対応する蛍光体である。また、実線で示す楕円Q1は蛍光面に照射された電子ビームを示し、垂直方向に配列された実線の楕円群により単位パターンの発光ラインL1、L3が形成され、点線で示す楕円Q2は蛍光面に照射されない電子ビームを示し、垂直方向に配列された点線の楕円群により単位パターンの非発光ラインL2が形成されている。また、下段の点線で示す波形は電子ビームのエネルギー分布であり、発光レベルC1、C2、C3、C4はそれぞれ蛍光体F1、F2、F3、F4の発光レベルであ

る。

【0075】また、図9（a）は、蛍光体F1が発光ラインL1のライン中心に位置するように単位パターンを表示させたものであり、同図（b）～（d）は、同図（d）で蛍光体F4が発光ラインL3のライン中心に位置するように、所定のピッチ δ で単位パターンの表示位置を右側に微小変位させたものである。なお、蛍光体F1の位置を横方向の基準位置「0」とし、蛍光体F1～F4の横方向の配列ピッチを β 、ラインL1～L3の間隔を τ （ $>\beta$ ）（この τ は、上述した水平方向の解像度Sに基づく水平方向の表示可能なラインの間隔 τ_{min} に相当する。）とすると、図9（a）で発光ラインL3の位置は 2τ 、蛍光体F4の位置は 3β であるから、単位パターンを変位させるピッチ δ は、 $\delta = (3\beta - 2\tau) / 3$ となっている。

【0076】図9に示すように、単位パターンを（a）の状態では1回だけ表示させた場合は、蛍光体F1、F2、F3、F4の発光レベルは下段に示すようになり、発光ラインのプロファイルを構成するデータ数はC1～C4の4個しか得られない。従って、これらの蛍光体の発光レベルのデータ（輝度データ）C1～C4を並べ替えて得られるモジュレーションプロファイルは、図10に示すようになり、実際のプロファイルPとはかなり異なったものとなる。しかし、図9の（a）から（d）にカラーCRTの表示面における単位パターンの表示位置を変化させると、各表示位置における蛍光体F1～F4の発光レベルC1～C4は同図（a）～（d）の下段に示すように変化し、発光ラインのプロファイルを構成するデータ数は16個に増加し、それらの輝度データ C_{ij} （ $i, j = 1, 2, 3, 4$ ）を並べ替えて得られるモジュレーションプロファイルは、図11に示すようになり、実際のプロファイルPに近いものとなる。なお、輝度データ C_{ij} はi番目の単位パターンの表示における蛍光体F_jの発光レベルである。

【0077】ところで、ウォープリング法は単位パターンを複数回表示させ、それぞれCCDカメラ3で撮像する必要があるため、モジュレーションプロファイルを算出するために必要な輝度データを得るのに時間を要する。

【0078】その一方、単位パターンのライン間隔 τ と蛍光体の配列ピッチ β とが異なっていると、単位パターンを複数個配列してなる縞模様のパターン（以下、このパターンをテストパターンという。）を表示させると、そのテストパターン内に含まれる各単位パターンではパターン間で蛍光体の発光位置が異なることとなるから、本実施の形態では、図14に示すようにカラーCRT6に縞模様のテストパターンを表示させ、このテストパターンを撮像することにより1回でモジュレーションプロファイルを算出するために必要な輝度データが得られるようにしている。

【0079】この表示方法（以下、この表示方法をマルチ表示法という。）では、要求されるモジュレーションプロファイルの分解能（輝度データのサンプリングピッチ） ΔX と蛍光体配列ピッチ β とによってテストパターンの表示条件が決定される。この表示条件は、例えばテストパターンの周期（隣接する発光ラインの間隔）やテストパターンのサイズである。なお、テストパターンの周期と蛍光体ピッチとが決まっていると、単位パターン内における蛍光体の発光位置が互いに異なることとなる。テストパターンの最小サイズは周期と蛍光体ピッチの最小公倍数となり、理論上はこのサイズでテストパターンを表示させればよいことになるが、実際の測定では発光／非発光の縞模様が整然と配列表示されず、誤差を含んでいるので、要求されるサンプリングピッチ ΔX で輝度データが得られるようにテストパターンの周期を多少変化させてCCDカメラ3の撮像エリアに表示可能なサイズでテストパターンを表示するようにしている。

【0080】従って、例えば縦縞の1-ON/1-OFFのテストパターンを表示させる場合、CCDカメラ3の撮像可能な水平方向のサイズを10mm、CRTの水平方向の解像度に基づく表示可能な縞の最小幅 τ_{\min} をおよそ240 μm とすると、テストパターンの周期は $2 \cdot \tau_{\min} = 480 \mu\text{m}$ で、CCDカメラ3の撮像エリアに表示可能な単位パターンの個数は $10 \times 10^3 / 480 = 20.7$ となるから、当該撮像エリアには20個乃至21個の単位パターンが含まれるテストパターンがその周期を適当に微調整されて表示される。

【0081】図14は、サンプリングピッチ ΔX が50 μm 、蛍光体配列ピッチ β が225 μm でライン間隔 τ が200 μm の1-ON/1-OFFのテストパターンを表示させた場合のテストパターンと発光蛍光体の位置関係を示す図である。

【0082】同図は、テストパターンの縞模様が理想的に表示された場合で、テストパターンの周期 $2\tau = 400 \mu\text{m}$ と蛍光体配列ピッチ $\beta = 225 \mu\text{m}$ の最小公倍数のサイズ（1800 μm ）でテストパターンが表示された場合を示している。

【0083】また、同図の上段の短冊状の帯FはカラーCRT6の表示面に塗布された蛍光体を示し、斜線を付した蛍光体F(0)～F(9)は電子ビームの色に対応する蛍光体である。また、実線で示す楕円Q1は蛍光面に照射された電子ビームを示し、垂直方向に配列された実線の楕円群により単位パターンの発光ラインL1、L3、L5、L7、L9が形成され、点線で示す楕円Q2は蛍光面に照射されない電子ビームを示し、垂直方向に配列された点線の楕円群により単位パターンの非発光ラインL2、L4、L6、L8が形成されている。また、下段の波形は電子ビームを照射することにより蛍光面に形成される実際の輝度分布であり、輝度レベルC(0)～C(9)はそれぞれ発光蛍光体F(0)～F(9)の発光レベル

である。なお、発光レベルC(0)～C(9)は所定の基準値に対する相対レベル（％値）で表示している。

【0084】そして、決定された表示条件に基づいてCRTに表示された縞模様からなるテストパターンを撮像して得られる発光蛍光体F(0)～F(9)の輝度データを用いて単位パターンのモジュレーションプロファイルとコントラスト比とが算出される。

【0085】図12は、ルミナンス特性の基本的な測定手順を示すフローチャートである。同図において、ステップ#1～#5の処理は蛍光体ピッチ β の算出処理であり、ステップ#7はテストパターンの表示処理であり、ステップ#9～#17はルミナンス特性の測定処理である。

【0086】ルミナンス特性の測定においては、まず、CCDカメラ3をCRT表示面の所定位置に対向配置した状態でカラーCRT6が単色で全発光される（#1）。単色の全発光とは、R、G、Bの色成分のうち、1つの色成分の蛍光体を全て発光させるもので、例えばGの色成分の蛍光体を全発光させるときは、電子銃614から一定のエネルギー強度でGの色に対する電子ビームBmをCRT表示面の全域に亘って掃引照射することにより行なわれる。なお、電子ビームBmの照射範囲をCCDカメラ3の撮像範囲に限定するようにしてもよい。

【0087】続いて、この表示状態でCCDカメラ3を駆動してCRT表示面の全発光像が撮像される（#3）。この撮像画像を構成する画素信号は、順次、データ取込制御部2に転送され、A/D変換器21で12ビットのデジタルデータに変換された後、VRAM22に格納される。

【0088】続いて、VRAM22に格納された画素データを用いて以下に説明するように、蛍光体ピッチ β が演算される（#5）。すなわち、VRAM22には図15(a)に示す単色全発光の画像を構成する画素データが格納されている。同図において、縦縞M(1)、M(2)、…M(8)は発光蛍光体（G色の蛍光体）の像である。

【0089】この画素データのうち、縦縞M(1)、M(2)、…M(8)の部分に相当する画素データから同図(b)に示す発光部分のレベル調整が行なわれた信号L(X)を得る。更に、この信号L(X)を所定の閾値レベル（例えば40％レベル）で2値化処理して、同図(c)に示すパルス列信号P(X)を得る。このパルス列信号P(X)は、同図から明らかなように縞模様の周期と同一の周期を有している。従って、例えば同図(c)のAB間の間隔 T_{Δ} をCCDラインセンサ9A、9Bの撮像面における距離 d_{Δ} に変換し、更にこの距離 d_{Δ} を撮影レンズの光学倍率 β_1 を用いてCRT表示面における距離 D_{Δ} に変換する。

【0090】間隔 T_{Δ} から距離 d_{Δ} への変換は、A点、B点に対応する画素データのVRAM22におけるアド

レスナンバを n_A 、 n_B 、CCDラインセンサ9Aのライン方向の画素ピッチを p_H とすると、 $d_{AB} = (n_B - n_A) \cdot p_H$ により算出される。

【0091】また、距離 d_{AB} から距離 D_{AB} への変換は $D_{AB} = d_{AB} / \beta 1$ の式により算出される。従って、距離 D_{AB} はアドレスナンバ n_A 、 n_B 、画素ピッチ p_H 及び光学倍率 $\beta 1$ を用いて $D_{AB} = (n_B - n_A) \cdot p_H / \beta 1$ の式により算出される。

【0092】そして、この距離 D_{AB} に含まれる縞模様の間隔数を N_{AB} （図15(c)では7本）とすると、蛍光体ピッチ β は、

$\beta = D_{AB} / N_{AB} = (n_B - n_A) \cdot p_H / (\beta 1 \cdot N_{AB})$ で算出される。

【0093】続いて、カラーCRT6に縞模様のテストパターンが、図14に示すように、所定の表示サイズで表示される（#7）。このテストパターンの表示は、図13に示す処理手順に従ってカラーCRT6の表示画像のラスタサイズを変更することにより行われる。

【0094】すなわち、カラーCRT6への単色全発光表示が電子ビームを水平方向に間隔 η で離散的に照射してなるテストパターンの画像に変更される（#31）。続いて、発光している縦ラインL1内に含まれる蛍光体発光による縞模様と発光している縦ラインL9内に含まれる蛍光体発光による縞模様とが一致するように、水平方向のラスタサイズが変更される（#33～#37のループ）。具体的には、フィールド走査毎にテストパターンの画像が撮像され（#33）、この撮像画像のデータから縦ラインL1のビーム中心が照射された蛍光体F(0)の輝度データC(0)と縦ラインL9のビーム中心が照射された蛍光体F(9)の輝度データC(9)とが抽出され、比較される（#35）。

【0095】そして、両輝度データC(0)、C(9)が一致していなければ（#35でNO）、ラスタサイズが所定の比率で減少（又は増大）するように変更された後（#37）、ステップ#33に戻り、再度、フィールド走査によって表示されたテストパターンが撮像され（#33）、その撮像画像を用いて輝度データC(0)、C(9)が比較される（#35）。

【0096】そして、以下、ラスタサイズの変更と輝度データC(0)、C(9)の比較、判別とが繰り返され、輝度データC(0)、C(9)が一致した時点で（#35でYES）、所望のテストパターンの表示処理は終了する。

【0097】なお、テストパターンは、CCDカメラ3の撮像領域を含む一部領域に表示させてもよい、CRT表示面全体に行なわせるようにしてもよい。

【0098】図9に戻り、続いて、カラーCRT6に表示されたテストパターンがCCDカメラ3で撮像される（#9）。この撮像画像を構成する画素信号は、順次、データ取込制御部2に転送され、A/D変換器21で12ビットのデジタルデータに変換された後、VRAM2

2に格納される。

【0099】続いて、VRAM22に格納された画素データから各発光蛍光体F(0)～F(9)の輝度レベルC(0)～C(9)が算出され（#11）、その輝度レベルC(0)～C(9)と各発光蛍光体F(0)～F(9)の輝度重心位置とから単位パターンについてのモジュレーションプロファイルとコントラスト比とが算出される（#13、#15）。

【0100】モジュレーションプロファイルは、発光蛍光体F(0)～F(9)の輝度レベルC(0)～C(9)を単位パターン内の対応する位置に並べ替えることにより算出される。図14のテストパターンを例に説明すると、同図に示すように輝度レベルC(0)、C(9)はそれぞれ単位パターンの左側の発光ラインと右側の発光ラインのピーク値P1、P2を与え、輝度レベルC(2)、C(4)、C(6)、C(8)は左側の発光ラインと非発光ライン間の輝度分布を、また、輝度レベルC(1)、C(3)、C(5)、C(7)は非発光ラインと右側の発光ライン間の輝度分布をそれぞれ与える。

【0101】ピーク値P1、P2間の距離は $2\tau = 450 \mu m$ 、サンプリングピッチ $\Delta X = 50 \mu m$ であるから、ピーク値P1の位置を基準として、各サンプリング位置を $X(j) = 50 \cdot j$ （ $j = 0, 1, 2, \dots, 9$ ）とすると、輝度レベルC(0)～C(9)の単位パターン内における発光位置は下記表1のようになる。

【0102】

【表1】

X(j)	位置(μm)	輝度レベルC(i)
X(0)	0	C(0)
X(1)	50	C(7)
X(2)	100	C(5)
X(3)	150	C(3)
X(4)	200	C(1)
X(5)	250	C(8)
X(6)	300	C(6)
X(7)	350	C(4)
X(8)	400	C(2)
X(9)	450	C(9)

【0103】従って、上記表1に従って横軸に座標位置X(0)～X(9)を取り、各座標位置X(0)～X(9)に対応する輝度レベルC(0)～C(9)をプロットすると、図16に示すように単位パターンのモジュレーションプロファイルを得ることができる。

【0104】また、コントラスト比CR、Cmは輝度レベルC(0)～C(9)内の最大輝度レベルC(0)（またはC(9)） \div 90%と最小輝度レベルC(1) \div 15%とを抽出し、

$$CR = C(0) / C(1)$$

$$= 90 / 15 = 6.0$$

$$Cm = [C(0) - C(1)] / [C(0) + C(1)]$$

$= 75 / 105 \approx 0.71$

により算出される。

【0105】そして、算出されたモジュレーションプロファイルとコントラスト比CR、Cmとは測定制御部5の表示器52に表示される（#17）。

【0106】なお、表示器52には図16に示すように単位パターンについてのプロファイルを表示させてもよいが、図17の①に示すように複数個連結してテストパターンについてのモジュレーションプロファイルを表示させるようにしてもよい。

【0107】図17は、1-ON/1-OFFのテストパターンをカラーCRT6に表示させたときのモジュレーションプロファイル①と2-ON/1-OFFのテストパターンをカラーCRT6に表示させたときのモジュレーションプロファイル②とを比較表示したものである。2-ON/1-OFFのテストパターンでは発光ラインのライン幅が1-ON/1-OFFのテストパターンのライン幅より広がるので、2-ON/1-OFFパターンの輝度レベルの最大値P2maxは1-ON/1 *

C(i)	発光体位置	INT(i · β/2τ)	X座標	X(j)
C(0)	0	0	0	X(0)
C(1)	200	0	200	X(4)
C(2)	400	0	400	X(8)
C(3)	600	1	150	X(3)
C(4)	800	1	350	X(7)
C(5)	1000	2	100	X(2)
C(6)	1200	2	300	X(6)
C(7)	1400	3	50	X(1)
C(8)	1600	3	250	X(5)
C(9)	1800	4	450	X(9)

$\beta = 200 \mu\text{m}$, $2\tau = 450 \mu\text{m}$

【0110】図12に戻り、測定結果が表示されると、繰返測定が指示されているか否かが判別され（#19）、指示されていれば、（#19でNO）、ステップ#9に戻り再度、ルミナンス特性の測定が行われる（#9～#17）。

【0111】そして、繰返測定の指示がなければ（#19でYES）、テストパターンの表示条件や測定結果のRAM23への記憶等の所定の終了処理が行なわれた後（#21）、測定処理を終了する。

【0112】なお、上記実施の形態では、1-ON/1-OFFパターンに対するルミナンス特性の測定について説明したが、m-ON/n-OFFパターンの（m、n）の組み合わせを変化させて種々の縞模様のテストパターンに対して上述と同様の方法でルミナンス特性を測定することができる。また、上記実施の形態では非発光による黒色背景に発光-非発光-発光の単位パターンを配列表示させたが、発光による白色背景に非発光-発光-非発光の単位パターンを配列表示させた場合についても上述と同様の方法でルミナンス特性を測定することができる。

*-OFFパターンの輝度レベルの最大値P1maxより大きくなる。そして、両パターンについて最大値P2maxを基準として輝度レベルの相対レベルを算出しているので、最大値P1maxはおおよそ90%となっている。

【0108】また、図14の例のように、テストパターンの表示位置を当該テストパターンの最初の発光ラインL1のピーク値の位置が発光蛍光体F(0)に、また、最後の発光ラインL9のピーク値の位置が発光蛍光体F(i)（ $i = 2\tau/\Delta X$ ）に一致するように設定した場合、各発光蛍光体F(i)の輝度レベルC(i)（ $i = 0, 1, \dots, 2\tau/\Delta X$ ）の単位パターン内における座標位置Xは、 $i \cdot \beta - 2\tau \cdot \text{INT}(i \cdot \beta/2\tau)$ （ただし、 $\text{INT}(X)$ はXの商を返す関数）となる。また、座標Xとサンプリング位置X(j)との関係は、 $j = \text{座標} X / \Delta X$ である。従って、例えば図14の例では下記表2のようになる。

【0109】

【表2】

【0113】また、カラーCRT6の表示面におけるテストパターンの表示位置を変更する方法、すなわち、電子ビームBmのカラーCRT6の表示面における照射位置を変更する方法としては種々考えられ、例えば図18、図20に示す方法がある。

【0114】図18は、信号発生器4から出力される映像信号を遅延させることでテストパターンの表示位置を変更するもので、映像信号の遅延回路はOR回路11とディレイ回路12との直列回路で構成されている。OR回路11の一方の入力端子に信号発生器4から出力される映像信号が入力され、ディレイ回路12から出力される映像信号がカラーCRT6に入力される。また、OR回路11の他方の入力端子にはディレイ回路12の出力の一部が入力されている。ディレイ回路12はディレイ時間Δtが変更可能になされ、このディレイ時間Δtは、例えばデータ取込制御部2により制御される。信号発生器4から出力されるテストパターンの映像信号Svは、図19に示すようにOR回路11とディレイ回路12との直列回路によりディレイ回路12に設定された所定の時間Δtだけ遅延されてカラーCRT6に入力され

る。これにより同期信号 S_{sync} からの映像信号 S_v の発生タイミングが t から $(t+\Delta t)$ に変更され、テストパターンの表示位置が変更される。

【0115】また、図20は、信号発生器4から出力される同期信号を遅延させることでテストパターンの表示位置を変更するもので、水平同期信号及び垂直同期信号はそれぞれ遅延時間 δt が任意に設定可能なプログラマブル遅延回路13、14で遅延されるようになっている。この遅延時間 δt も、例えばデータ取込制御部2により制御することができる。信号発生器4から出力される垂直または水平の同期信号 S_{sync} は、図21に示すようにプログラマブル遅延回路13（又は14）により所定の時間 δt だけ遅延されてカラーCRT6に入力される。これにより同期信号 S_{sync} からの映像信号 S_v の発生タイミングが t から $t' (=t-\delta t)$ に変更され、テストパターンの表示位置が変更される。

【0116】また、カラーCRT6の偏向ヨーク615の水平偏向電流を変更することにより電子ビームの照射位置を水平方向に変更し、垂直偏向電流を変更することにより電子ビームの照射位置を垂直方向に変更するよう10にしてもよい。

【0117】上記実施の形態ではアパーチャグリルタイプのカラーCRTのモジュレーションプロファイル測定について説明したが、本発明は丸形シャドウマスクタイプ若しくはスロット形シャドウマスクタイプのカラーCRTのラインプロファイル測定についても同様に適用することができる。また、モノクロームのCRTのモジュレーションプロファイル測定についても適用することができる。

【0118】アパーチャグリルタイプのカラーCRTでは、縦縞模様のテストパターンのモジュレーションプロファイル測定において、縞模様方向の蛍光体の発光位置が離散的となるため、測定用のテストパターンのラスタサイズを水平方向にのみ変更したが、丸形シャドウマスクタイプ若しくはスロット形シャドウマスクタイプのカラーCRTでは横縞模様のテストパターンのモジュレーションプロファイル測定においても縞模様方向の蛍光体の発光位置が離散的となるため、横縞／縦縞の両模様のテストパターンのモジュレーションファイル測定において、上述のモジュレーションプロファイル測定と同様の方法でテストパターンのラスタサイズを変更して、図22、図23に示すように単位パターン間でパターン内における発光蛍光体の位置を異ならせて表示する必要がある。

【0119】なお、図22は、丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTの表示面に、単位パターンが4周期分繰り返された横縞模様からなるテストパターンを表示させた図である。また、図23は、丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTの表示面に、単位パターンが3周期分繰り返された縦縞模様からなるテストパターンを表示

させた図である。

【0120】両図において、楕円は照射された電子ビームを示し、小さい丸は蛍光体Fを示している。また、斜線を付した小丸は電子ビームに対応する色の蛍光体Fを示している。

【0121】図22の例では、テストパターンの発光ラインL(0)の中央に位置する蛍光体の配列ラインを基準（ $i=0$ ）として下方向に各蛍光体の配列ラインに番号 i を付与し、各配列ライン上の発光蛍光体を $F(i)$ とすると、発光蛍光体 $F(0)$ の輝度レベル $C(0)$ と発光蛍光体 $F(11)$ の輝度レベル $C(11)$ とが一致するように垂直方向のラスタサイズを変更してテストパターンが表示されている。

【0122】また、図23の例では、図22の場合と同様にテストパターンの発光ラインL(0)の中央に位置する蛍光体の配列ラインを基準（ $j=0$ ）として右方向に、電子ビーム B_m に対応する色の蛍光体の配列ラインに番号 j を付与し、各配列ラインの発光蛍光体を $F(j)$ とすると、発光蛍光体 $F(0)$ の輝度レベル $C(0)$ と発光蛍光体 $F(10)$ の輝度レベル $C(10)$ とが一致するように水平方向のラスタサイズを変更してテストパターンが表示されている。

【0123】丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTは、図14及び図23を比較すれば明かなように、同一の発光ライン内に含まれる発光蛍光体の発光量がアパーチャグリルタイプのカラーCRTに比して少なくなるので、CCDラインセンサ9A、9Bのライン幅方向の受光範囲をアパーチャグリルタイプのカラーCRTのモジュレーションプロファイル測定時よりも広くしていなければ、測定位置によって測定誤差を生じるおそれがある。

【0124】この場合の測定位置による測定誤差は、図6を用いて説明した測定誤差と類似したものである。図6の場合は、電子ビームの垂直方向の走査ピッチ P_v が粗く、縦ラインのライン方向のエネルギー分布に凹凸が生じるために測定位置によってプロファイルが異なるものであったが、丸形シャドウマスクタイプ若しくはスロット形シャドウマスクタイプのカラーCRTにおける測定位置による測定誤差は、縦ラインのライン方向のエネルギー分布の凹凸に加えて測定範囲A内に含まれる発光蛍光体数も相違することに基づくものである。

【0125】蛍光体に照射される電子ビームのエネルギーが同一であっても、これによって発光される蛍光体数が異なれば、縦ライン内の幅方向における同一位置の全発光蛍光体からの発光量の積算値がその位置における光量として算出されるので、図24(a)のように、ライン中央で発光蛍光体が2個含まれる場合に算出される輝度分布 $C1(1) \sim C1(3)$ と、同図(b)のように、ライン中央で発光蛍光体が1個しか含まれない場合に算出される輝度分布 $C2(1) \sim C2(3)$ とが異なり、図6の場合と同

様に、上述の測定原理に基づいて最終的に得られるラインプロファイルの測定結果P1、P2は互いに異なるものとなる。

【0126】従って、丸形シャドウマスクタイプ若しくはスロット形シャドウマスクタイプのカラーCRTに対するモジュレーションプロファイル測定では、アパーチャグリルタイプのカラーCRTの場合よりもCCDラインセンサ9A、9Bの各画素のライン幅方向の見かけ上の受光範囲W'を広げるか、あるいは図25に示すように、CCDラインセンサ9A、9Bの受光面に入射される各発光蛍光体Fからの光をできるだけライン方向に拡大させて各画素に入射することで、受光量をより平均化することが望ましい。後者の方法は、例えばシリンドリカルレンズの光出力をライン方向にだけボカすような光学系を採用することで実現することができる。なお、図25において、斜線を付した楕円はCCDラインセンサ9A、9Bの受光面における発光蛍光体の光像を示し、白色の楕円及び点線の小丸は、それぞれカラーCRTの表示面における電子ビームBmと未発光の蛍光体を示している。

【0127】なお、上記実施の形態では、シリンドリカルレンズ10A、10Bを用いてCCDラインセンサ9A、9Bの撮像範囲Aを幅方向に拡大するようにしていたが、図26に示すように、光ファイバーフェースプレート15を用いても同様の効果を得ることができる。光ファイバーフェースプレート15は、その一方端面がCCDラインセンサ9A、9Bの撮像面に貼設され、他方端面は、図27に示すように、入射窓S2を大きくするため、テーパ15Aが形成されている。光ファイバーの断面積S1と入射窓S2との比を適当に調節することによりCCDラインセンサ9A、9Bの撮像範囲A'を所望のサイズに設定することができる。この実施の形態は、CCDラインセンサとCCDラインセンサの撮像範囲を見かけ上大きくする光学系とが一体的に構成されるので、撮像系の構造の簡素化が可能となる。

【0128】また、上記実施の形態ではカラーCRTについて説明したが、モノクロームのCRTについても同様の方法でルミナンス特性を測定することができる。

【0129】ところで、上記実施の形態に係るルミナンス特性測定装置1（以下、第1の実施形態に係るルミナンス特性測定装置1という。）はR、G、Bの色成分毎にルミナンス特性を測定するようにしているので、カラーCRTの製造工程におけるフォーカス調整に適用しようとする、フォーカス調整は白色のテストパターンを用いて目視評価で行われているので、色成分毎のルミナンス特性の測定結果と目視評価とが一致しない場合があり、測定精度や信頼性の点で問題が生じる。従って、望ましくはR、G、Bの色成分毎に算出されるルミナンス特性に基づいて白色のルミナンス特性を算出し、その算出結果を表示器52に表示させるほうが良い。

【0130】第1の実施形態に係るルミナンス特性測定装置1において、R、G、Bの色成分毎に算出されるルミナンス特性を加算合成すれば、白色のルミナンス特性を得ることは可能であるが、上記実施の形態に係るルミナンス特性装置1のCCDカメラ3の受光感度には比視感度特性が加味されていないので、算出される白色のルミナンス特性は目視評価と一致しない。従って、第1の実施形態に係るルミナンス特性測定装置1を直ちにカラーCRTの製造工程におけるフォーカス調整に適用することは困難である。

【0131】そこで、次に、カラーCRTの製造工程におけるフォーカス調整に適用し得るルミナンス特性測定装置（以下、第2の実施形態に係るルミナンス特性測定装置という。）について説明する。

【0132】まず、白色のモジュレーションプロファイルの測定方法について、縦縞模様のテストパターンに対するモジュレーションプロファイル測定を例に簡単に説明する。なお、以下の説明では、R（赤）、G（緑）、B（青）、W（白）の各色を識別するために、必要に応じて符号に添字「r」、「g」、「b」、「w」を付し、特にR、G、Bの各色成分を総称する場合は添字「q」（ $q=r, g, b$ ）を付するものとする。

【0133】縦縞模様のモジュレーションプロファイルは、カラーCRTの表示面に図14に示すテストパターンの表示方法と同様の方法で白色のテストパターンを表示させ、このテストパターンを撮像して得られる画像データを用いてR、G、Bの各色成分毎に上述と同様の方法でモジュレーションプロファイルを算出する。そして、各色成分毎のモジュレーションプロファイルPr、Pg、Pbを加算合成して白色光でのモジュレーションプロファイルPwが算出される。

【0134】この場合、CCDカメラ3の撮像特性が比視感度特性を有していれば、テストパターンを撮像して得られるR、G、Bの各色成分に分離された画像データは人間が白色のテストパターンを見たときの分光特性に近似されているので、白色光でのモジュレーションプロファイルPwは各色成分毎のモジュレーションプロファイルPr、Pg、Pbを単純に加算合成することで算出される。上述の第1の実施形態に係るラインプロファイル測定装置1のようにR、G、Bの各色成分の画像データが比視感度特性を有していない場合は、下記演算式

(1)に示すように、各色成分のモジュレーションプロファイルPr、Pg、Pbにそれぞれ比視感度係数Kr、Kg、Kbを乗じて加算合成することにより白色でのモジュレーションプロファイルPwを算出することができる。

【0135】

$$Pw = Kr \cdot Pr + Kg \cdot Pg + Kb \cdot Pb \cdots (1)$$

比視感度Kr、Kg、Kbは、人間の目のR、G、Bの各単色光に対する感度をQr、Qg、Qbとすると、下記

(2)～(4)式で与えられるもので、例えば図28に

示す分光感度特性を有する代表的なカラーCRTでは $K_r \approx 20\%$, $K_g \approx 70\%$, $K_b \approx 10\%$ である。

$$[0136] \quad K_r = Q_r / (Q_r + Q_g + Q_b) \quad \dots (2)$$

$$K_g = Q_g / (Q_r + Q_g + Q_b) \quad \dots (3)$$

$$K_b = Q_b / (Q_r + Q_g + Q_b) \quad \dots (4)$$

なお、上述のように白色でのモジュレーションプロファイルを算出しているのは、カラーCRTの製造工程では一般に白色のテストパターンのライン幅を目視で評価し、その評価結果に基づいてフォーカス調整が行われているので、その目視評価と略一致した測定結果を得ることで、定性的な目視評価を定量的な測定結果に置換し得るようにするためである。従って、目視評価においてテストパターンが白以外の混合色で表示される場合は、その表示色のモジュレーションプロファイルを算出させるようにすればよく、この場合は、上記(1)式を少なくとも2種類の単色光を混合してなる混合色のモジュレーションプロファイルを与える式に変更すれば、表示色のモジュレーションプロファイルを得ることができる。

[0137] 次に、横縞模様からなるテストパターンのモジュレーションプロファイル測定について説明する。

[0138] 横縞模様のテストパターンに対するモジュレーションプロファイル測定においては、例えばテストパターン内の発光ラインは、図29に示すように、電子ビームを横方向に連続的に走査して白色の発光ライン L_{nw} が表示され、この発光ライン L_{nw} に対してラインセンサSがその撮像面を直交させるように配置されているので、ラインセンサSの各画素pではR、G、Bの各色の発光蛍光体 F_r , F_g , F_b の各々の光量がミキシングされて受光される。従って、ラインセンサSの各画素pからは白色光の輝度データが出力されるので、図30に示すように、この輝度データから直接、白色の発光ライン L_{nw} のプロファイル P_w が得られる。

[0139] 従って、白色の横縞模様からなるテストパターンは、カラーCRT6の任意の位置に表示させることができ、縦縞模様からなるテストパターンに対するモジュレーションプロファイル測定のように、ライン内の縞模様を考慮する必要はない。また、カラーCRT6に少なくとも1個の単位パターンが表示されていれば、横縞模様からなるテストパターンのモジュレーションプロファイルを測定することができる。

[0140] 次に、第2の実施形態に係るモジュレーションプロファイル測定装置の測定系について説明する。

[0141] 第2の実施形態に係るルミナンス特性測定装置の測定系はCCDカメラ3の光学系を除いて第1の実施形態に係るルミナンス特性測定装置1の測定系と同一のブロック構成を有している。従って、第2の実施形態に係るルミナンス特性測定装置の測定系のブロック構成図は図2及び図3に示すブロック構成図と同一となるので、ここでは、CCDカメラ3の光学系の相違点のみ説明し、その他の構成については説明を省略する。

[0142] 図31は、第2の実施形態に係るラインプロファイル測定装置のCCDカメラ3の光学系を示す図である。

[0143] 同図は、図4において、撮影レンズ7とハーフミラー8との間に比視感度フィルタ16を設けたものである。なお、比視感度フィルタ16は、撮影レンズ7とハーフミラー8間の適所に設けているが、撮影レンズ7の前方位置あるいはハーフミラー8の後方位置に設けてもよい。

[0144] 比視感度フィルタ16は、CCDラインセンサ9A、9BからR、G、Bの色成分に分離されて出力される各色成分の出力が人間の目の刺激値と略一致するように、CCDラインセンサ9A、9Bへの入射光の分光感度を調整するものである。比視感度フィルタ16は、図32に示す比視感度特性を有し、CCDラインセンサ9A、9Bと組み合わせることで、三刺激値に比例した分光感度が得られる光電受光器(刺激値直読型の受光器)を構成している。なお、図32は、国際照明委員会(CIE)によって定められた明順応しているときの標準比視感度曲線で、 $\lambda = 555 \text{ nm}$ で比視感度が最大となっている。

[0145] 第2の実施形態に係るラインプロファイル測定装置によるルミナンス特性測定の手順は、テストパターンを白色で行う点と白色のテストパターンの撮像画像に基づいてR、G、Bの各色成分毎に算出したモジュレーションプロファイルを加算合成して白色のモジュレーションプロファイルを算出する点を除いて、基本的に第1の実施形態に係るルミナンス特性測定装置1によるモジュレーションプロファイル測定の手順と同一である。

[0146] 上述したようにルミナンス特性測定は、(1)蛍光体ピッチ β の算出、(2)テストパターンの表示、(3)ルミナンス特性の算出の手順で行われるが、(1)の蛍光体ピッチ β の算出処理は図9のフローチャートで説明したものと同一であり、(2)のテストパターンの表示処理は図9のフローチャートにおいて白色光のテストパターンが表示される点が異なるのみであるから、ここでは(1)及び(2)の処理の詳細説明は省略し、(3)の処理について、補足的に説明を行うこととする。

[0147] 図33は、図14に示すテストパターン表示と同一サイズでテストパターンを白色表示させた場合のカラーCRTの蛍光面におけるR、G、Bの各色の輝度分布を示したものであり、図14の下段に示す図に相当するものである。なお、図33ではR、G、Bの各輝度分布のレベルを比視感度特性($R:G:B=7:2:1$)で調整している。また、 $F_r(i)$, $F_g(i)$, $F_b(i)$ ($i=0, 1, 2, \dots, 9$)はそれぞれR、G、Bの蛍光体であり、 $Cr(i)$, $Cg(i)$, $Cb(i)$ はそれぞれ蛍光体 $F_r(i)$, $F_g(i)$, $F_b(i)$ の輝度レベルである。

【0148】白色パターンに対するモジュレーションプロファイルは、まず、図14を用いて説明した単色パターンに対するモジュレーションプロファイル測定と同様の方法で、各色成分毎にモジュレーションプロファイル P_r , P_g , P_b が算出される。すなわち、各色成分毎に算出される輝度レベル $C_q(i)$ ($q = r, g, b$) は表1若しくは表2に示した単位パターン内のX座標 $X_q(j)$ に基づいて並べ替えられ、図34に示すように各色成分毎にモジュレーションプロファイル P_r , P_g , P_b が算出される。そして、これらのモジュレーションプロファイル P_r , P_g , P_b を単純に加算合成して、すなわち、 $C_w(j) = C_r(j) + C_g(j) + C_b(j)$ ($j = 0, 1, 2, \dots, 9$) を演算して白色のテストパターンに対するモジュレーションプロファイル $P_w (= P_r + P_g + P_b)$ が算出される(図34のプロファイル P_w 参照)。また、このプロファイルから輝度レベル $C_w(j)$ の内の最大値 C_{wmax} と最小値 C_{wmin} とが算出され、コントラスト比 $CR_w = C_{wmax} / C_{wmin}$ または $C_{mw} = (C_{wmax} - C_{wmin}) / (C_{wmax} + C_{wmin})$ が算出される。

【0149】そして、これらの算出結果は測定制御部5の表示器52に表示される。なお、算出された白色のモジュレーションプロファイル P_w は、FFT (fast Fourier transform) 処理され、その処理データが人間の視覚の空間周波数特性で補正された後、空間周波数領域で積分処理されて更に目視評価との相関性の高いデータに加工された後、表示器52に表示されるようにしてもよい。

【0150】白色のモジュレーションプロファイルを測定する場合は、R, G, Bの各色成分について縞模様のテストパターンを撮像する必要があるため、CCDラインセンサ9A, 9Bがモノクローム構成であると、3回の撮像動作が必要になり、測定時間が長くなる。そこで、図35に示すようにR, G, Bの3本のラインセンサが平行に配列されたカラーラインセンサを用いて1回の撮像動作で各色成分の画像データを取り込み、処理時間の短縮を図るようにするとよい。そして、この場合は、各色のラインセンサの前方にシリンドリカルレンズ10A, 10Bをそれぞれ配置し、図5で説明したように各色のラインセンサの見かけの撮像範囲を幅方向に拡大するようにするとよい。

【0151】あるいは、図36に示すように、カラーCRT6からの光をプリズム17でR, G, Bの色成分に分離し、各色成分毎にモノクロームのCCDラインセンサ9A(r), 9B(r), 9A(g), 9B(g), 9A(b), 9B(b)でテストパターンを撮像するようにしてもよい。図36に示す光学系は、比視感度フィルタ16の後方位置に分光プリズム17を配置し、この分光プリズム17のR, G, Bの色成分の光の出射する光軸上にハーフミラー8R, 8G, 8Bと横方向のCCDラインセンサ9B(r), 9B(g), 9B(b)及びシリンドリカルレンズ1

0B(r), 10B(g), 10B(b)とが配置されている。また、ハーフミラー8R, 8G, 8Bで反射される光の光軸上に縦方向のCCDラインセンサ9A(r), 9A(g), 9A(b)及びシリンドリカルレンズ10A(r), 10A(g), 10A(b)とが配置されている。この構成は光学系が複雑となるが、各色成分の画像データを高精度で取り込むことができる利点がある。

【0152】上記のように、第2の実施の形態に係るルミナンス特性装置においては、被測定用のカラーCRT6に、パターン間で発光蛍光体の模様が互いに異なるようにライン間隔を調整して表示された縦縞模様又は横縞模様からなる白色のテストパターンを、比視感度特性を有するCCDカメラ3で撮像し、その撮像画像から得られる輝度データを用いてR, G, Bの各色成分のモジュレーションプロファイルを算出するとともに、その色成分のモジュレーションプロファイルを加算合成して白色のモジュレーションプロファイル(すなわち、表示色のモジュレーションプロファイル)を算出するようにしているので、目視評価との相関性の高いモジュレーションプロファイルを得ることができる。また、ミスコンバージョンが生じている場合にも目視評価との相関性が低下することもない。

【0153】なお、上記実施の形態では、マルチ表示法でテストパターンを表示する場合について説明したが、ウォープリング法でパターンを表示する方法でもモジュレーションプロファイルを測定できることはいうまでもない。

【0154】また、本実施の形態では、蛍光体とモジュレーションプロファイルとの位置の差をつけるために、ラストサイズを変更したが、映像信号の周波数を変化させることで位置の差をつけるようにしてもよい。

【0155】また、上記実施の形態では、説明を簡単にするため、蛍光体間の発光効率のバラツキを考慮していなかったが、測定前に蛍光体の発光効率を補正するための補正係数 $\eta(i)$ を算出し、この補正係数 $\eta(i)$ で発光蛍光体 $F(i)$ の輝度レベル $C(i)$ を補正することで測定精度を高めるようにするとよい。

【0156】発光効率の補正係数 $\eta(i)$ は、各蛍光体 $F(i)$ の発光効率を $K(i)$ とし、蛍光体 $F(1)$ の発光効率 $K(1)$ を基準とした他の蛍光体 $F(i)$ ($i = 2, 3, \dots$) の発光効率 $K(i)$ の比の逆数、すなわち $\eta(i) = F_q(i) / F_q(1)$ で表される。そして、この補正係数 $\eta(i)$ は、カラーCRT6を単色で全発光させ、この発光像をCCDカメラ3で撮像して得られる画像データを用いて算出される。

【0157】なお、蛍光面611の全体を発光させるパターン信号でカラーCRT6の表示制御を行なっても、CRT表示用のラスト走査においては、電子ビーム B_m のピーク値と略同一レベルにある範囲 d よりも大きいラスト間隔 $P_v (> d)$ で水平走査が繰り返されるので、

ラスト走査された電子ビームB_mの垂直方向のエネルギー分布は図37(b)のように脈動している。

【0158】この状態でCRT表示面を撮像して得られる画像は、同図(a)に示すように、電子ビームB_mの垂直方向のエネルギー分布に対応した輝度分布の縞模様となり、この撮像画像のデータを用いては正確な補正係数 $\eta(i)$ を算出することはできない。なお、図37

(a)は、G色を全発光させたCRT表示面を撮像した撮像画像を示す図であり、同図(b)は、垂直走査における垂直方向の電子ビームのエネルギー分布を示す図である。図37(a)の細かい斜線部分はG色の電子ビームB_mが走査された部分(電子ビームB_mのエネルギー分布の山が照射された部分)の画像であり、粗い斜線部分は垂直方向のラスト走査の谷間の部分の画像である。垂直方向のラスト走査の谷間には、同図(b)に示すように、電子ビームB_mのエネルギー分布の谷の部分に照射されるので、細かい斜線部分より発光輝度は低くなっている。また、白色部分は、R色、B色の蛍光体が塗布されたり、蛍光体が発光していない部分の画像である。

【0159】そこで、補正係数の演算処理においては、電子ビームB_mの垂直方向のラスト走査をサブライン単位で移動させ、全蛍光体に垂直方向に均一なエネルギーが照射されるようにする。すなわち、図38(a)

(b)に示すように、最初のラスト走査に対して2回目以降のラスト走査の開始位置を所定の距離 ΔP_v (例えば $P_v/10$ 程度)ずつ移動させて、同図(c)に示すように、サブラインラスト走査間でも最大のエネルギーが照射されるようにする。

【0160】このような垂直ラスト走査で、例えばG色の蛍光体を全発光させると、図38(a)において、G色の蛍光体部分の輝度分布は垂直方向に均一となり、この撮像画像のデータから正確な補正係数 $\eta(i)$ を算出することができる。

【0161】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、CRTの表示面に、当該CRTの表示解像度に基づく表示可能な最小ライン幅のm倍のライン幅を有する発光ラインと当該最小ライン幅のn倍のライン幅を有する非発光ラインとを交互に配列してなる3本ラインの縞模様からなるパターンを複数個、パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるように表示させ、このパターンを撮像して得られる各パターン内の発光蛍光体の輝度信号を用いてパターンの縞の配列方向におけるルミナンス特性を演算するようにしたので、測定精度の高いルミナンス特性を得ることができる。

【0162】特にCRTの表示面に塗布された特定の蛍光体に対する表示位置を微小変位させて縞模様からなるパターンを複数回表示させるようにしたので、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なる複数個のパターンを簡単に表示させることができ

る。

【0163】また、複数個のパターンをライン配列方向に一列に配列し、各パターン内における蛍光体の発光位置がパターン間で互いに異なるようにCRTの表示面に同時に表示させ、この複数個のパターン全体を撮像するようにしたので、ルミナンス特性を演算するための画像信号が迅速に取り込まれ、高速測定が可能となる。また、1回の撮像動作でプロファイル測定に必要なデータが取り込めるので、測定中の振動等の影響を受けることが無く、安定して信頼性の高い測定が可能となる。

【0164】また、少なくとも2色の蛍光体を発光してなる所定の混合色でパターンを表示させ、このパターンを撮像して得られる画像信号を用いて各色成分毎にパターンの縞の配列方向におけるプロファイルを算出するとともに、これらのプロファイルを合成して表示色でのモジュレーションプロファイルを算出するようにしたので、目視評価との相関性の高いモジュレーションプロファイルを得ることができ、これにより定性的な目視評価での評価バラツキを低減し、定量的かつ客観的なCRTの特性評価が可能になる。

【0165】特にパターンを白色表示させ、その白色でのモジュレーションプロファイルを算出するようにしたので、従来の白色パターンでの目視評価を有効に活用してCRTの特性評価を行うことができる。

【0166】また、撮像手段をラインセンサとこのラインセンサのCRTの表示面における撮像範囲をパターンのライン方向に光学的に拡大する光学手段とで構成したので、ラインセンサを用いた場合でもパターンに対する撮像位置が異なっても各撮像位置で算出されるルミナンス特性は略同一となり、測定誤差の少ない安定した測定が可能となる。

【0167】特にラインセンサのCRTの表示面における撮像範囲を少なくとも当該CRTの垂直方向の蛍光体配列ピッチと略同一の範囲に拡大するようにしたので、パターンに対する撮像位置に基づく測定誤差を確実に低減することができる。

【0168】また、シリンドリカルレンズを用いたので、簡単な構造でラインセンサの撮像範囲を見かけ上、ライン方向に拡大した撮像系を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】モジュレーションプロファイルを説明するための図である。

【図2】カラーCRTのルミナンス特性測定系のブロック構成図である。

【図3】ルミナンス特性測定装置のデータ取込制御部のブロック構成図である。

【図4】CCDラインセンサを用いたCCDカメラの光学系の基本構成を示す一実施例の斜視図である。

【図5】見かけ上、拡大されたCCDラインセンサの撮像範囲を説明するための図である。

【図6】縦ラインのラインプロファイル測定における測定位置の相違に基づく測定誤差を説明するための図で、

(a)はライン幅の狭い位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図であり、(b)はライン幅の広い位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図である。

【図7】ラインセンサの幅方向の撮像範囲を見かけ上広くした場合の測定位置の相違に基づく測定誤差の低減効果を説明するための図で、(a)はライン幅の狭い位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図であり、(b)はライン幅の広い位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図である。

【図8】アパーチャグリルタイプのCRTのフェースプレートの構造を示す要部斜視図である。

【図9】ウォープリング法による単位バターンの表示方法を示す図である。

【図10】単位バターンを1回だけ表示させて算出されたモジュレーションプロファイルの一例を示す図である。

【図11】ウォープリング法により算出されるモジュレーションプロファイルの一例を示す図である。

【図12】モジュレーションプロファイルの測定手順を示すフローチャートである。

【図13】テストバターンの表示処理を示すフローチャートである。

【図14】マルチ表示法で表示されたテストバターンと発光蛍光体との位置関係を示す図である。

【図15】蛍光体ピッチの算出方法を説明するための図で、(a)は単色全発光されたCRT表示面を撮像して得られる縞模様の画像を示す図、(b)は特定の水平ライン上の画素データを抽出して得られる信号を示す図、(c)は(b)の信号を2値化処理して得られるパルス列信号を示す図である。

【図16】単位バターンに対するモジュレーションプロファイルの測定結果の一例を示す図である。

【図17】テストバターンに対するモジュレーションプロファイルの測定結果の一例を示す図である。

【図18】テストバターンの表示位置を変更するべく映像信号を遅延させる回路構成の一例を示す図である。

【図19】図18に示す遅延回路の動作を説明するための信号波形図である。

【図20】テストバターンの表示位置を変更するべく同期信号を遅延させる回路構成の一例を示す図である。

【図21】図20に示す遅延回路の動作を説明するための信号波形図である。

【図22】丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTの表示面に横縞模様のテストパターンを表示させた状態を示す図である。

【図23】丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTの表示面に縦縞模様のテストパターンを表示させた状態を

示す図である。

【図24】丸形シャドウマスクタイプのカラーCRTに対する縦ラインのラインプロファイル測定における測定位置の相違に基づく測定誤差を説明するための図で、

(a)はライン中央に含まれる発光蛍光体数の多い位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図であり、(b)はライン中央に含まれる発光蛍光体数の少ない位置に測定位置が設定された場合のライン内の輝度分布を示す図である。

【図25】CCDラインセンサの撮像面におけるドットタイプの発光蛍光体の光像をライン幅方向にボカした状態を示す図である。

【図26】光ファイバーフェースプレートにより撮像範囲が幅方向に拡大されるCCDラインセンサの構造を示す平面図である。

【図27】光ファイバーフェースプレートにより撮像範囲が幅方向に拡大されるCCDラインセンサの構造を示す側面図である。

【図28】代表的なカラーCRTの分光感度特性を示す図である。

【図29】アパーチャグリルタイプのカラーCRTに表示された横縞模様からなるテストパターン内の発光ラインとラインセンサの撮像位置との関係を示す図である。

【図30】ラインセンサにより白色の横縞の発光ラインを撮像して得られる出力信号の波形を示す図である。

【図31】第2の実施形態に係るルミナンス特性測定装置のCCDラインセンサを用いたCCDカメラの光学系の基本構成を示す一実施例の斜視図である。

【図32】比視感度曲線を示す図である。

【図33】白色でテストパターンを表示した場合の各色成分の輝度分布と蛍光体との関係を示す図である。

【図34】各色成分毎に算出されたモジュレーションプロファイルを合成して得られる白色のモジュレーションプロファイルの一例を示す図である。

【図35】カラーCCDラインセンサの構造を示す正面図である。

【図36】第2の実施形態に係るルミナンス特性測定装置のCCDラインセンサを用いたCCDカメラの光学系の他の構成を示す斜視図である。

【図37】補正係数の演算処理を説明するための図で、(a)はGの色を全発光させたときのCRT表示面の蛍光体の発光状態を示す図、(b)は垂直走査における垂直方向の電子ビームのエネルギー分布を示す図である。

【図38】補正係数演算用のCRT表示における電子ビームの垂直方向のエネルギー分布を示すもので、(a)は1回目のラスタ走査時のエネルギー分布を示す図、

(b)は2回目のラスタ走査時のエネルギー分布を示す図、(c)は所定の回数だけラスタ走査したときに蛍光体に照射される垂直方向のエネルギー分布を示す図である。

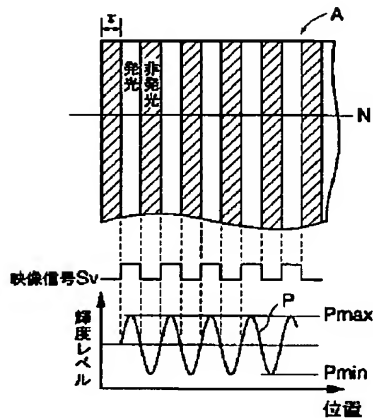
【符号の説明】

- 1 ルミナンス特性測定装置
- 2 データ取込制御部（表示制御手段、演算手段）
- 21 A/D変換器
- 22 VRAM
- 23 ROM
- 24 RAM
- 25 制御部
- 26 同期信号遅延部
- 27 水平／垂直同期信号検出部
- 28 通信部
- 3 CCDカメラ（撮像手段）
- 4 信号発生器
- 5 測定制御部
- 51 制御部
- 52 表示器
- 53 キーボード

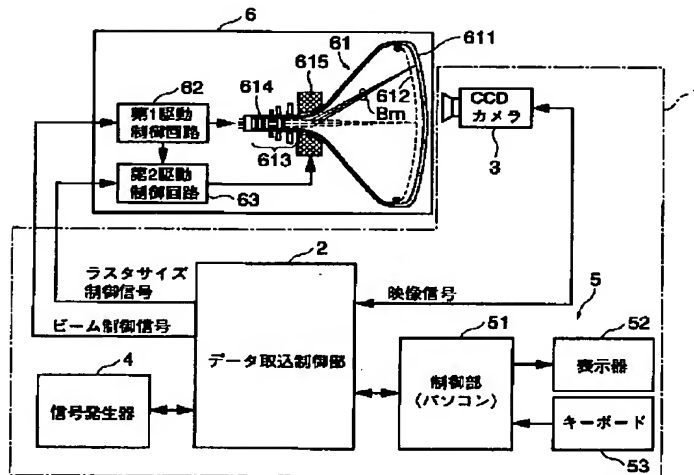
* 6 カラーCRT

- 61 カラーブラウン管
- 62 第1駆動制御回路
- 63 第2駆動制御回路
- 7 撮影レンズ
- 8 ハーフミラー
- 9A, 9A(r), 9A(q), 9A(b), 9B, 9B(r), 9B(q), 9B(b) CCDラインセンサ
- 10A, 10A(r), 10A(q), 10A(b), 10B, 10B(r), 10B(q), 10B(b) シリンドリカルレンズ（光学手段）
- 11 OR回路
- 12 ディレイ回路
- 13, 14 プログラマブル遅延回路
- 15 光ファイバーフェースプレート
- 16 比視感度フィルタ
- * 17 分光プリズム

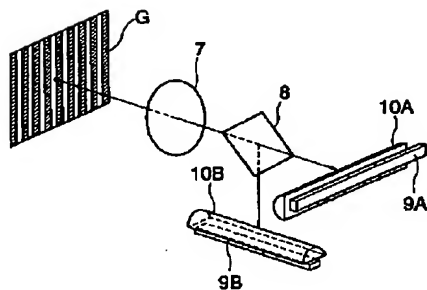
【図1】



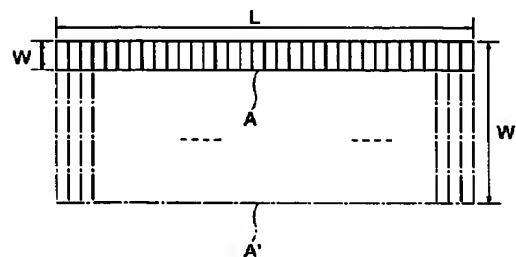
【図2】



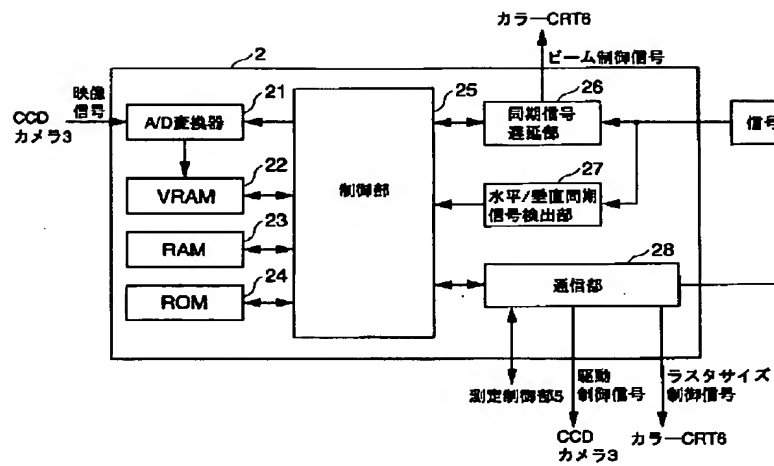
【図4】



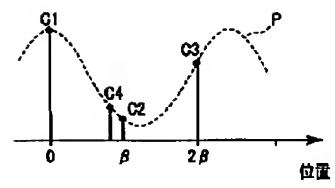
【図5】



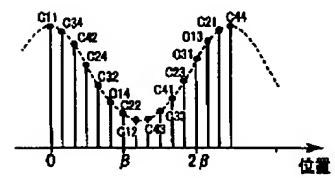
【図3】



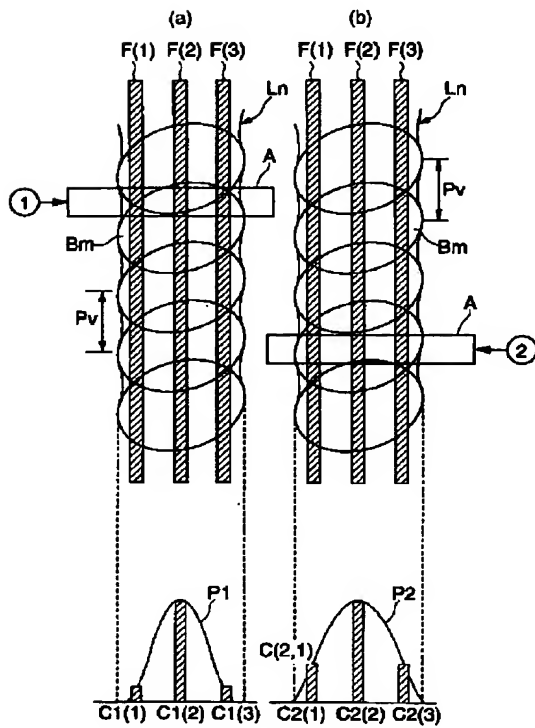
【図10】



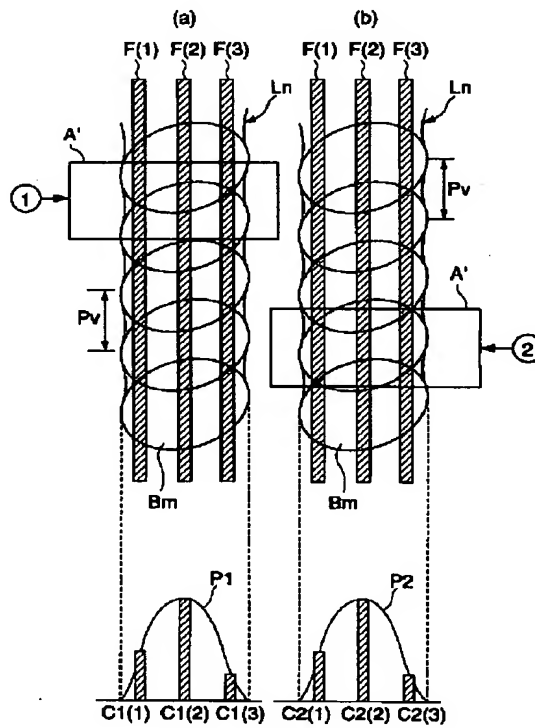
【図11】



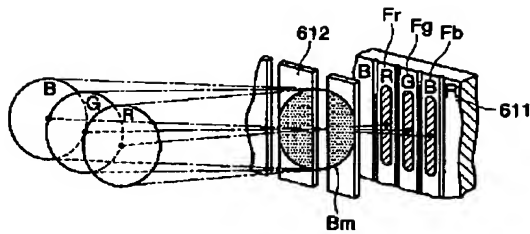
【図6】



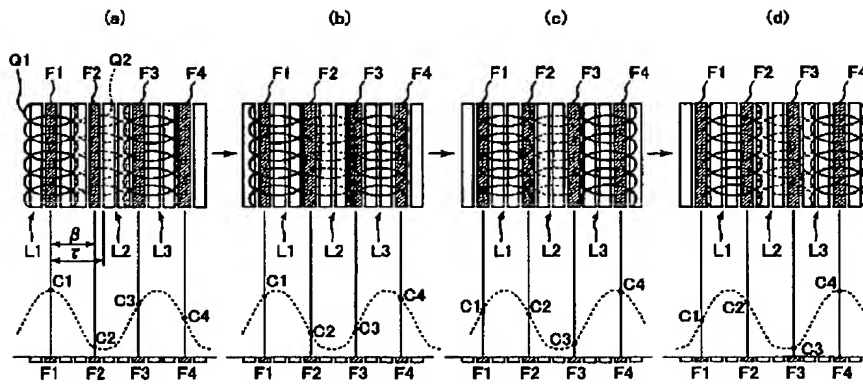
【図7】



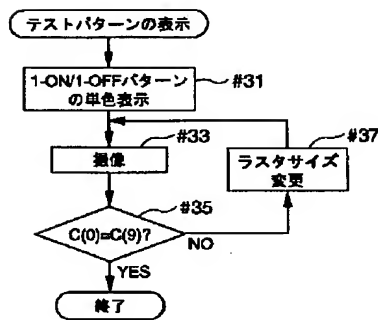
【図8】



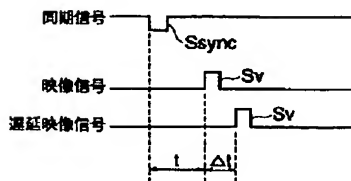
【図9】



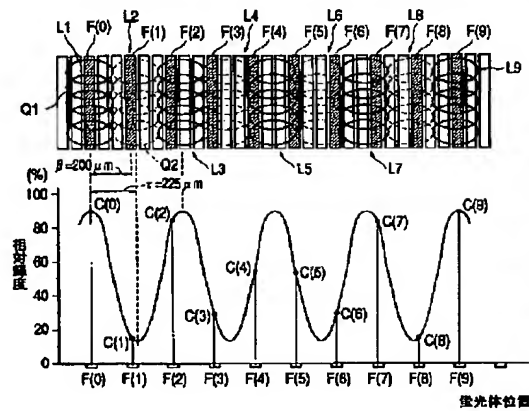
【図13】



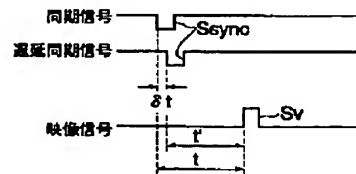
【図19】



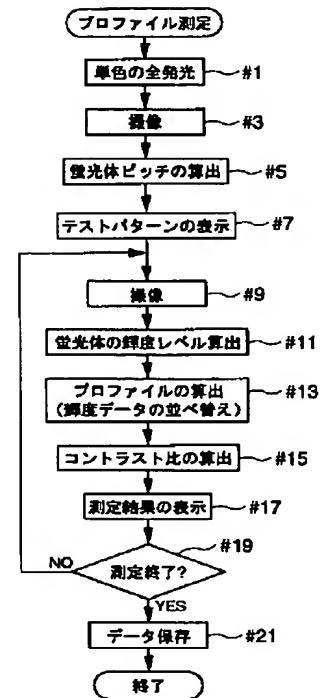
【図14】



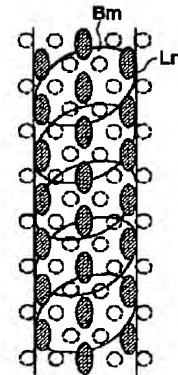
【図21】



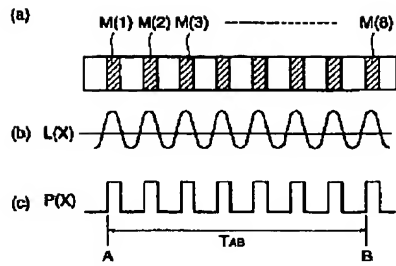
【図12】



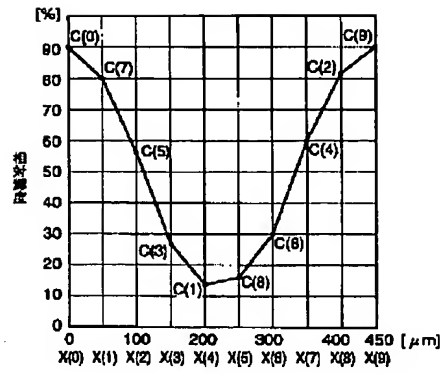
【図25】



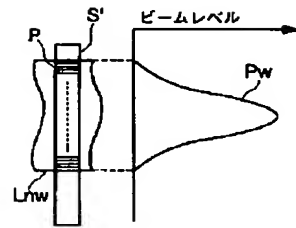
【図15】



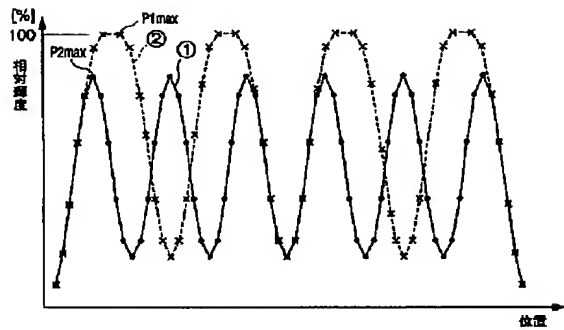
【図16】



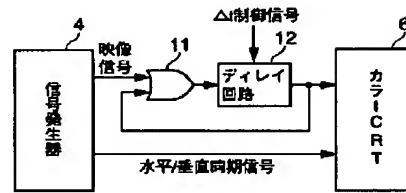
【図30】



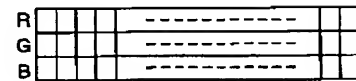
【図17】



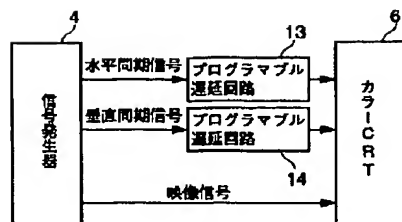
【図18】



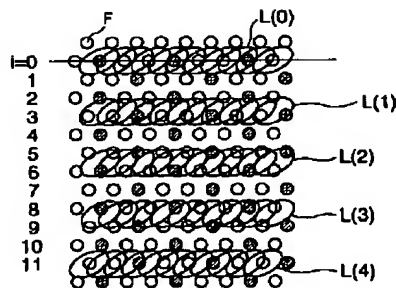
【図35】



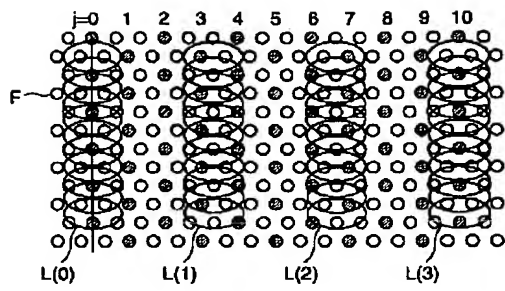
【図20】



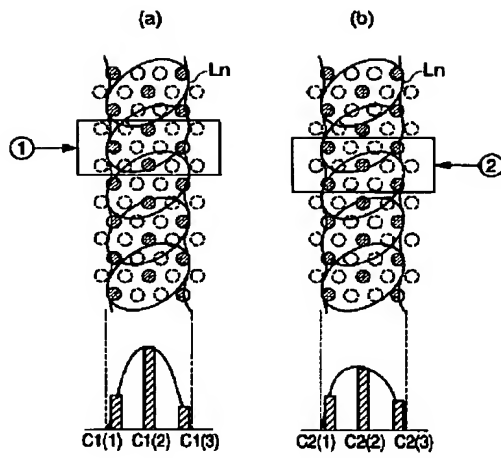
【図22】



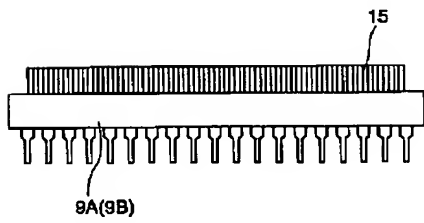
【図23】



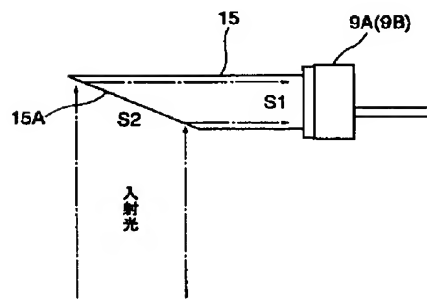
【図24】



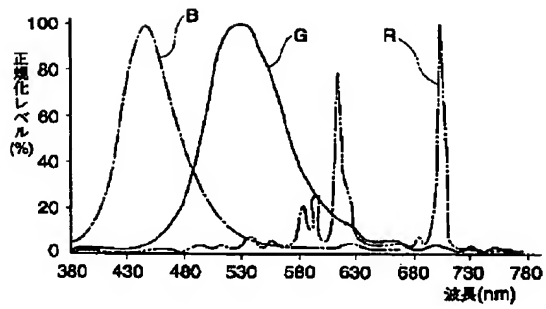
【図26】



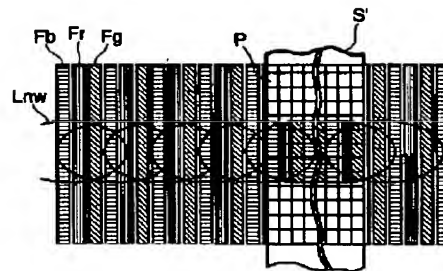
【図27】



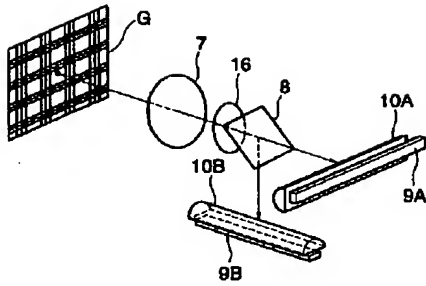
【図28】



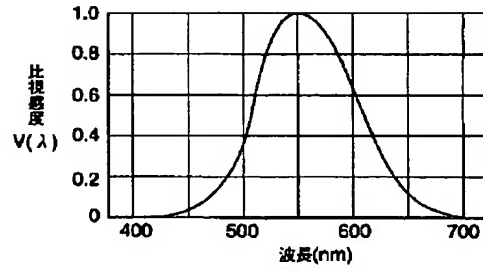
【図29】



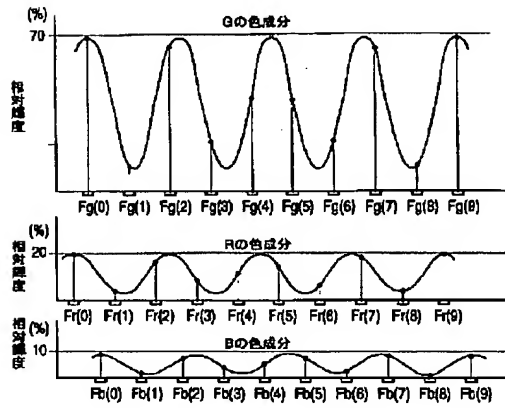
【図31】



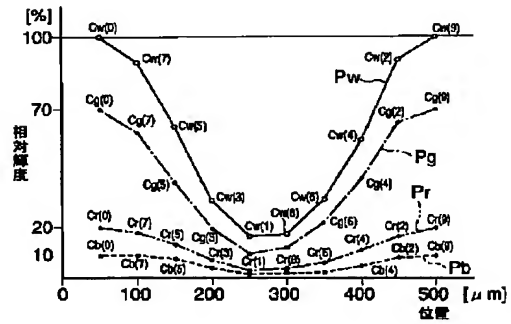
【図32】



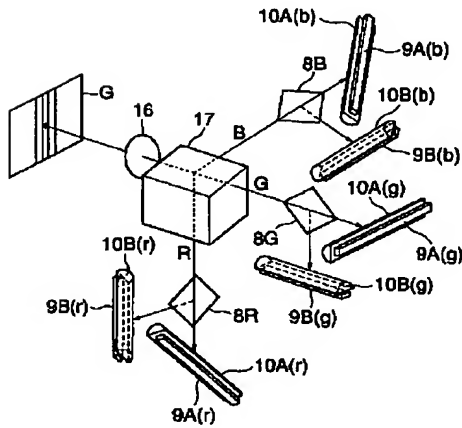
【図33】



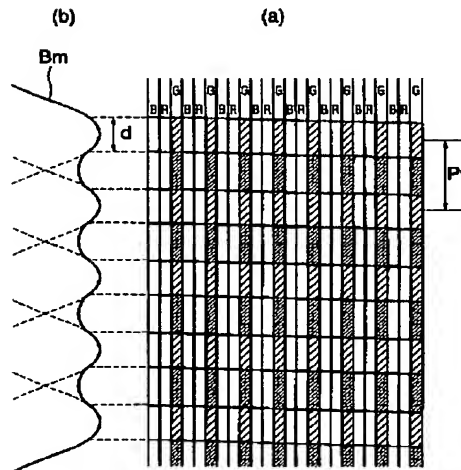
【図34】



【図36】



【図37】



【図38】

